


RECHERCHES

SUR

# L'ANGLE DE LA CHAMBRE ANTÉRIEURE

## ET LE CANAL DE SCHLEMM

PAR

Le Docteur **ROCHON-DUVIGNEAUD**

Ancien préparateur d'histologie à la Faculté de Bordeaux
Ancien interne des hôpitaux de Paris
Ancien Chef adjoint du laboratoire de clinique ophtalmologique à l'Hôtel-Dieu
Chef de clinique des maladies des yeux de la Faculté (Hôtel-Dieu)

PARIS
G. STEINHEIL, ÉDITEUR
2, RUE CASIMIR-DELAVIGNE, 2
1892

# RECHERCHES
# SUR L'ANGLE DE LA CHAMBRE ANTÉRIEURE
## ET LE CANAL DE SCHLEMM

IMPRIMERIE LEMALE ET C^{ie}, HAVRE

# RECHERCHES

SUR

# L'ANGLE DE LA CHAMBRE ANTÉRIEURE

## ET LE CANAL DE SCHLEMM

PAR

**Le Docteur ROCHON-DUVIGNEAUD**

Ancien préparateur d'histologie à la Faculté de Bordeaux
Ancien interne des hôpitaux de Paris
Ancien Chef adjoint du laboratoire de clinique ophtalmologique à l'Hôtel-Dieu
Chef de clinique des maladies des yeux de la Faculté (Hôtel-Dieu)

PARIS
G. STEINHEIL, ÉDITEUR
2, RUE CASIMIR-DELAVIGNE, 2
1892

RECHERCHES

SUR

# L'ANGLE DE LA CHAMBRE ANTÉRIEURE ET LE CANAL DE SCHLEMM

## AVANT-PROPOS

M. le professeur Panas nous ayant fait, il y a trois ans, l'honneur de nous choisir comme chef de son laboratoire de l'Hôtel-Dieu, nous nous sommes entièrement adonné depuis ce moment à l'étude histologique et anatomo-clinique de l'œil. Le résultat de notre travail, chaque semaine contrôlé et dirigé par notre maître, a été l'analyse d'un grand nombre de types anatomo-pathologiques divers, qui, rapprochés des phénomènes cliniques présentés par les malades doivent faire l'objet d'une prochaine publication.

L'étude des glaucomes nous a particulièrement occupés : on sait qu'elle touche de près à celle de l'anatomie et des fonctions de l'angle de la chambre antérieure. Il

nous importait donc tout spécialement d'étudier ce dernier sujet par nous-même.

Nous n'avons pas pour cela négligé la lecture des nombreux travaux parus en Allemagne depuis Schlemm, Iwanoff et Rollet, Schwalbe, jusqu'à Knies, Deutschmann et Ulrich. Dans le travail qui suit, nous publions uniquement le résultat de nos propres recherches, souvent inspirées, il est à peine besoin de le dire, par celles de nos prédécesseurs. Mais nous avons tenu à décrire seulement ce que nous avons vu, à donner des interprétations qui nous sont personnelles, ou que nous avons acceptées après examen des faits et non uniquement sur la foi des auteurs.

Nous aurions certainement été plus complet en indiquant tous les détails que nous ont appris nos lectures; mais à travailler de la sorte on renonce à toute originalité, on n'est pas auteur au vrai sens du mot, mais simple compilateur, on perd la notion des faits et l'on risque de s'égarer.

Nous publierons du reste ultérieurement le résultat de nos recherches bibliographiques.

M. Karmanski a exécuté pour notre travail des dessins histologiques reproduisant bien l'aspect des préparations, c'est-à-dire représentant les faits et les interprétant aussi peu que possible. Il y a là une question de méthode dont le Traité technique de M. Ranvier a fait voir toute l'importance.

Deux de ces dessins étaient particulièrement destinés aux études anatomo-cliniques dont nous avons annoncé la publication prochaine à laquelle le professeur Panas nous fait l'honneur de nous associer.

Nous remercierions ici notre maître de nous avoir autorisé à nous servir de ces dessins, si nous n'avions à le remercier de marques d'affection beaucoup plus hautes.

Il nous en donne une nouvelle preuve en acceptant la présidence de notre thèse. Attaché à son enseignement depuis quatre années, nous avons l'espoir de rester longtemps encore auprès de lui.

Nous tenons enfin à adresser des remerciements à notre ami le Dr Rieffel, prosecteur de la Faculté pour les nombreux renseignements bibliographiques qu'il nous a fournis, et à notre excellent camarade Auscher qui nous a procuré un grand nombre d'yeux d'enfants dans un état de conservation parfaite. C'est là un matériel histologique dont l'utilité a été capitale pour notre travail.

---

# PREMIÈRE PARTIE

## CHAPITRE PREMIER

### Anatomie topographique de l'angle de la chambre antérieure chez l'homme.

La chambre antérieure a une étendue plus grande que la cornée transparente; il en résulte que sa partie périphérique est cachée sous le bord opaque de la sclérotique.

De plus la chambre antérieure a un contour à peu près exactement circulaire, tandis que la cornée est un ovale à grand axe transversal, par conséquent si l'angle de la chambre antérieure est dans tout son pourtour recouvert et caché par le bord scléral, c'est, suivant les points, dans une étendue différente.

L'angle de la chambre antérieure est constitué chez l'homme par le point où s'établit l'adhérence entre la racine de l'iris et le tendon ciliaire d'une part, et d'autre part la coque fibreuse de l'œil. Pour déterminer la distance qui le sépare de l'origine de la cornée transparente nous avons employé le procédé suivant :

Sur un œil aussi frais que possible on décrit au couteau de Graefe un fin sillon suivant la ligne où la transparence de la cornée se perd dans l'opacité du bord scléral. La

transition entre les deux tissus n'étant pas tout à fait brusque, il en résulte que l'on ne peut assigner au sillon ainsi tracé une position absolument précise. L'utilité de ce sillon est qu'il permettra de retrouver la limite de la cornée quand elle sera devenue opaque par l'effet des réactifs durcissants.

L'œil est durci dans un mélange chromo-osmique qui en conserve parfaitement la forme. Au bout de 24 heures les tissus sont devenus assez fermes pour que l'on puisse, avec un rasoir, faire sur la cornée une incision suivant le méridien vertical et une autre suivant l'horizontal; l'une et l'autre doivent passer par le centre de la cornée. Ces incisions doivent être profondes et entamer le cristallin. On isolera alors chacun des quatre secteurs ainsi obtenus et ayant noté leur position relative (supéro-interne, supéro-externe, etc.), on mesurera facilement à l'aide d'un compas et en se servant comme point de repère des incisions tracées sur la cornée, la distance qui sépare l'angle de la chambre antérieure du bord de la cornée transparente.

Pour l'œil de l'homme adulte les chiffres qui mesurent ces distances sont en moyenne les suivants :

| | | |
|---|---|---|
| Au niveau de l'extrémité | supérieure de l'axe vertical.. | $2^{mm}$,25 |
| — — | inférieure — | $2^{mm}$ |
| Au niveau de l'extrémité | nasale de l'axe horizontal... | $1^{mm}$,25 |
| — — | temporale — | $1^{mm}$,25 |

Ces chiffres indiquent à quelle distance du bord transparent de la cornée on doit pénétrer pour une sclérotomie ou une iridectomie dirigée contre le glaucome.

Il est en effet généralement admis que dans ce cas les opérations doivent porter tout à fait sur la périphérie de la chambre antérieure. Mais nous croyons que cette indication opératoire est loin d'être toujours remplie. Nous avons examiné un nombre assez considérable d'yeux antérieurement iridectomisés pour glaucome et énucléés plus tard comme inutiles et douloureux. D'une façon constante l'incision de la cornée avait porté fort en avant de l'angle de la chambre antérieure, généralement en pleine membrane de Descemet, de sorte que la racine de l'iris n'avait pas été excisée et restait accolée à la zone trabéculaire péricornéenne.

La soudure de Knies persistait donc après comme avant l'opération. Nous tenons à faire remarquer que les yeux dont il s'agit avaient été iridectomisés par des opérateurs différents, de sorte que la faute que nous venons de signaler paraît généralement commise. Il est connu que dans le glaucome la cornée paraît souvent diminuée d'étendue par suite d'une sorte d'empiètement du bord opaque de la sclérotique. Si donc dans un œil sain il faut pénétrer à 2 millimètres en arrière de la cornée transparente pour se trouver au niveau de l'angle de filtration, c'est à une distance plus considérable du même bord qu'il faudra inciser la sclérotique dans un cas de glaucome avec diminution apparente des diamètres de la cornée.

---

## CHAPITRE II

**Anatomie descriptive de l'angle de la chambre antérieure chez l'homme et les quadrupèdes.**

L'angle dièdre, constitué à la limite de la chambre antérieure par la rencontre de la membrane vasculaire et de la coque fibreuse, doit être étudié sur des secteurs d'yeux frais ou légèrement durcis dans l'alcool dilué ou le liquide de Müller. Les pièces seront de préférence examinées sous l'eau et à la loupe en écartant légèrement l'iris de la cornée. Indiquons immédiatement que la région qui nous occupe présentera un aspect différent d'une part chez l'homme et les singes, d'autre part chez les mammifères quadrupèdes.

Nous retrouverons des différences parallèles en étudiant l'angle irien aux différents âges de l'évolution chez l'homme. Seules ces notions d'anatomie comparée et d'embryologie, nous permettront de comprendre la morphologie de cette région si différente à première vue chez l'homme et les quadrupèdes.

Chez l'homme, cet angle est libre, vide, ses parois sont lisses, il est constitué en avant par la face postérieure du limbe scléral, en arrière par la face antérieure du corps ciliaire et la racine de l'iris. Dans les yeux bleus la couche pigmentaire postérieure de l'iris facilement vue,

dans le mode de préparation indiqué, à travers la couche conjonctive qui la recouvre, ne va pas tout à fait, jusqu'au contact de la sclérotique, elle en est séparée par un étroit liséré blanc. Il est aisé de voir à la loupe, sur la tranche du segment examiné, que ce liséré blanc est la pointe du muscle ciliaire. C'est en effet le muscle ciliaire et non l'iris qui constitue le moyen d'adhérence entre la membrane vasculaire et la coque fibreuse. L'iris, autant que l'on peut en juger sur ces préparations s'insère sur le muscle ciliaire et nullement sur la sclérotique.

Avec les yeux fortement pigmentés l'aspect change : le liséré blanchâtre du muscle ciliaire disparaît sous un réseau pigmentaire. Mais en outre on voit dans un assez grand nombre de cas de petits prolongements très courts, pigmentés qui partent de la racine de l'iris pour se terminer en pointe avec le tendon du muscle ciliaire qu'ils doublent en quelque sorte et séparent de la chambre antérieure. Enfin, il est exceptionnel, mais cependant possible, de trouver de fines trabécules de tissu irien qui décrivent une arcade à trajet libre dans l'angle de la chambre antérieure en s'étendant de la périphérie de l'iris vers l'origine de la membrane de Descemet. Dans ces deux derniers cas, l'un fréquent, l'autre beaucoup plus rare, il faut admettre que l'iris, même dans l'espèce humaine, présente des points d'insertion sclérale. Mais nous constaterons plus tard par la méthode des coupes que c'est là une insertion tout à fait rudimentaire chez l'homme et que le moyen d'adhérence de la membrane vasculaire à la sclérotique est bien le muscle ciliaire

Si maintenant nous examinons par le même procédé l'angle irien du chat que l'on peut prendre comme type, nous verrons qu'il n'est plus possible d'admettre comme chez l'homme une limitation précise de la chambre antérieure : son angle est rempli par un véritable réseau de fines cordelettes disposées sur un très grand nombre de plans.

Les plus superficielles sont visibles à l'œil nu, relativement espacées, couvertes de petits amas pigmentaires et ordonnées en un même plan ; elles partent de l'iris par une base élargie, puis se ramifiant et s'anastomosant entre elles elles se portent obliquement vers la cornée pour aller se fixer à la périphérie de la membrane de Descemet. Elles constituent par conséquent un appareil ligamenteux à fibres radiées unissant l'iris à la cornée. C'est à un pareil système de trabécules de l'œil du bœuf que Hüeck a donné le nom de *ligament pectiné de l'iris*. En arrière de ce premier plan de fibrilles relativement volumineuses, on distingue à la loupe un véritable fouillis de trabécules très fines, sans pigment et d'aspect vitreux.

On retrouve un ligament pectiné constitué d'une façon analogue dans l'œil de tous les mammifères. Les différences portent uniquement sur le volume et la longueur des travées qui sont généralement plus courtes et plus grosses que chez le chat. C'est ainsi que le bœuf, le porc, présentent à la périphérie de leur chambre antérieure une série de prolongements iriens coniques, dont la base se dégage de l'iris tandis que le sommet s'attache à la périphérie de la cornée. En arrière de cette palissade

de travées d'un certain volume il en existe d'autres de dimensions plus petites. L'angle de la chambre antérieure se trouve ainsi occupé par un réseau de trabécules dont le volume diminue d'avant en arrière.

Le système de lacunes intercommunicantes qui existent entre les mailles du réseau avait été injecté vers 1778, par Fontana qui le considérait comme un canal fermé. Le nom de canal de Fontana n'est plus admis depuis longtemps; mais celui d'espaces de Fontana peut être conservé pour désigner le système cavernulaire de la chambre antérieure des quadrupèdes.

L'absence plus ou moins complète de ligament pectiné chez l'homme nous indique déjà que les espaces de Fontana n'y doivent exister qu'à l'état rudimentaire.

---

## CHAPITRE III

### Anatomie microscopique de l'angle de la chambre antérieure.

L'étude microscopique de coupes de la région qui nous occupe, va nous permettre de nous faire une idée plus détaillée et plus exacte de sa topographie, d'acquérir des notions précises sur l'agencement des diverses parties qui la constituent, et par suite de pouvoir en établir l'anatomie comparée sur des données précises.

Les procédés d'inclusion dans le collodion (M. Duval) et la celloïdine en immobilisant les parties délicates qui constituent l'angle irien dans leur position normale, ont constitué un progrès considérable pour l'étude topographique de l'angle irien. Toutes nos coupes ont été faites après inclusion dans la celloïdine. Les meilleurs durcissements s'obtiennent par l'action très prolongée du liquide de Müller ou plus rapidement par celle d'un mélange de bichromate à 2 ou 4 pour 100, additionné d'environ 1/10, en volume d'acide osmique à 1 pour 100. Après 24 heures, ce mélange est remplacé par le bichromate pur. Pour les colorations nous avons surtout employé soit le picro-carminate d'ammoniaque, soit le carmin acide de Mayer.

Les coupes doivent être faites suivant les rayons de la cornée et perpendiculaires à l'épaisseur de cette membrane.

Chez l'homme, l'angle de la chambre antérieure étu-

dié sur des coupes ainsi préparées (fig. I) présente




FIG. I. — *Angle de la chambre antérieure chez un sujet de 40 ans* (Gross. 70 D.) (L'œil énucléé pour une tumeur du nerf optique a été placé dans le liquide de Müller additionné d'acide osmique immédiatement après l'énucléation. — Inclusion dans la celloïdine — picro-carminate).

*a*. Tendon du muscle ciliaire. — *b*. Une veinule intra-sclérale. — *d*. Le canal de Schlemm. — *i*. Travées musculaires du muscle ciliaire. — *h*. Membrane de Descemet. — *k*. Sclérotique (faisceaux circulaires). — *L*. Cornée. — *p*. Système trabéculaire scléro-cornéen.

généralement le profil arrondi d'une arcade dont le sommet est occupé par le tendon du muscle ciliaire au point

où il se perd dans la face postérieure de la sclérotique. Le tendon musculaire est donc en réalité le moyen d'adhérence entre la membrane vasculaire et la fibreuse. Quant à l'iris il se continue aussi bien par sa couche conjonctive que par sa couche pigmentaire avec les couches correspondantes des procès ciliaires, et c'est cette continuité qui constitue sa véritable insertion. Il se détache de la face interne du muscle ciliaire généralement à une certaine distance en arrière du tendon de celui-ci. On peut, il est vrai, observer sur les coupes d'un certain nombre d'yeux de fines trabécules pigmentaires allant des couches antérieures de l'iris vers le point d'insertion scléral du muscle ciliaire en doublant la face interne de ce tendon. Généralement dans ces cas elles lui sont intimement appliquées, exceptionnellement elles s'en éloignent pour décrire un trajet en arcade libre dans l'angle de la chambre antérieure et aller s'insérer plus ou moins près de l'origine de la membrane de Descemet. Ces trabécules libres qui, dans l'œil humain, sont toujours rares et ne constituent jamais une série continue, représentent évidemment un vestige du ligament pectiné des quadrupèdes.

Il est facile de comprendre que leur présence altère plus ou moins, mais seulement d'une façon apparente, la forme en arcade de l'angle irien.

*Face antérieure de l'angle de la chambre antérieure.* — Elle est constituée par le tendon du muscle ciliaire et la face postérieure du limbe scléral dans l'espace compris entre la pointe du tendon musculaire et l'origine de la membrane de Descemet.

La zone qui sépare ces deux derniers points a une largeur d'un peu moins de 1 millimètre. Mais elle est occupée par un tissu d'une importance particulière, le *système trabéculaire scléro-cornéen* interposé entre le canal de Schlemm et la cavité de la chambre antérieure.

*Face postérieure du même angle.* — La constitution paraît un peu variable suivant les sujets. Ces variations sont, d'après nous, expliquées par l'anatomie comparée. Ce n'est qu'après avoir acquis des notions dans ce dernier ordre de faits que nous pourrons faire comprendre notre manière de voir au sujet de la paroi postérieure de l'angle irien chez l'homme.

L'angle irien du singe macaque montre en quelque sorte une exagération du type que l'on rencontre chez l'homme comparativement à ce qui existe chez les quadrupèdes. Le muscle ciliaire est très développé, sa pointe d'insertion forme un angle très aigu qui vient se fixer à la face interne du limbe scléral en se perdant dans un système trabéculaire scléro-cornéen à mailles lâches.

Quant à l'iris, et c'est là le point important, il n'entre en contact avec le muscle ciliaire qu'à une distance considérable de l'attache sclérale de ce dernier ; il s'éloigne par conséquent de la sclérotique encore plus que l'iris de l'homme et ne présente aucune trabécule qui le rattache à cette dernière.

En résumé, on peut dire que ce qui caractérise le mode d'insertion de l'iris de l'homme et du singe comparativement à celui des quadrupèdes, c'est l'absence de trabécules l'unissant à la sclérotique. L'espace de Fontana des quadrupèdes fait donc défaut, ou n'existe qu'à l'état

de vestige chez le singe et l'homme. C'est ce que va faire mieux comprendre l'étude sur les coupes de l'angle irien du porc dont la disposition fait parfaitement apprécier ce que l'on observe dans l'espèce humaine.

Chez le porc, l'iris proprement dit se termine au même niveau que la membrane de Descemet (fig. II) mais la chambre antérieure se continue en arrière bien au delà de ce point sans qu'on puisse lui assigner de limite périphérique précise. Cela tient à ce que les procès ciliaires au lieu d'adhérer par toute leur surface externe au muscle ciliaire, en sont séparés par un réseau conjonctif lâche dont le tassement progressif d'avant en arrière ferme la chambre antérieure sans lui figurer une limite précise.

De la limite périphérique de l'iris, c'est-à-dire du point où il se continue avec les procès ciliaires, partent une série de prolongements iriens pigmentés, déjà indiqués en anatomie descriptive sous le nom de ligament pectiné, et qui vont s'insérer à la limite de la membrane de Descemet. Il résulte de cette disposition que la chambre antérieure est divisée en deux parties bien distinctes, l'une la chambre antérieure proprement dite, limitée par la membrane de Descemet, le ligament pectiné et la face antérieure de l'iris, ayant la même étendue que la cornée transparente; l'autre située en arrière du ligament pectiné, sous le bord scléral, limitée par ce bord en avant et les procès ciliaires en arrière, correspondant en somme aux espaces de Fontana. Nous voudrions réserver à la première, au grand réservoir à parois lisses et à cavité libre de l'humeur aqueuse le nom de chambre antérieure proprement dite, et donner à la seconde, cloisonnée en tous

sens par l'appareil trabéculaire du ligament pectiné, le nom d'*espace cilio-scléral* qui aurait l'avantage de rappeler ses limites chez les quadrupèdes. Pour achever la




Fig. II. — *Angle de la chambre antérieure chez le porc* (40 D.).

*a.* Tendon du muscle ciliaire. — *d.* L'une des lumières vasculaires qui représentent le canal de Schlemm. — *p.* Système trabéculaire scléro-cornéen. — *s.* Système trabéculaire cilio-scléral remplissant l'espace du même nom et correspondant au ligament pectiné. — *t.* Origine de l'iris. — *r.* Une des franges ciliaires. — *n.* Couche pigmentaire de l'iris. — *m.* Couche conjonctive de l'iris. — *h.* Membrane de Descemet. — *l.* Cornée. — *k.* Sclérotique. — *i.* Muscle ciliaire.

distinction entre ces deux régions d'une même cavité faisons remarquer que la chambre antérieure proprement dite se termine avec la membrane de Descemet ; il y a

là un rapport constant que l'on pourrait rappeler par l'épithète d'*intra-basale*, la partie périphérique, l'espace cilio-scléral serait qualifié par contre d'*extra-basal*.

Un examen, même rapide, du tissu réticulé qui remplit chez le porc l'espace cilio-scléral démontre qu'il se divise en deux zones bien distinctes. La plus externe remplit une sorte d'échancrure de la sclérotique comprise entre la pointe du muscle ciliaire et l'origine de la membrane de Descemet, elle est en quelque sorte intra-sclérale et correspond topographiquement à ce que nous avons désigné chez l'homme sous le nom de système trabéculaire scléro-cornéen. Quelques lacunes situées à la limite de ce réseau et du tissu compact de la sclérotique paraissent être l'équivalent du canal de Schlemm de l'homme.

La seconde zone, la plus profonde, est constituée par un tissu à mailles plus lâches, dont les trabécules, généralement pigmentées vont en diminuant de volume d'avant en arrière et appartiennent au même système que les grosses travées du ligament pectiné. Comme ces dernières elles sont intermédiaires au corps ciliaire et à la sclérotique et méritent par conséquent le nom de *cilio-sclérales* comme l'espace qu'elles cloisonnent. Beaucoup d'auteurs les comprennent avec la rangée antérieure de gros prolongements iriens coniques sous la dénomination collective de ligament pectiné.

Les dispositions que nous venons d'indiquer chez le porc se retrouvent dans tout ce qu'elles ont d'essentiel chez les autres quadrupèdes. Chez le bœuf il existe également à la périphérie de la chambre antérieure proprement dite un système de travées pigmentaires étendues

de l'iris à la membrane de Descemet, disposées sur plusieurs rangées ; et limitant en avant l'espace cilio-scléral. Elles diminuent rapidement de volume d'avant en arrière dans l'intérieur de cet espace qu'elles remplissent ainsi d'un réseau pigmentaire lâche. Au contact de la face interne de la sclérotique entre la pointe du muscle ciliaire et le bord de la membrane de Descemet on retrouve le système trabéculaire scléro-cornéen avec ses caractères histologiques spéciaux; la seule différence consiste en ce que ce tissu fait ici saillie à la surface interne de la sclérotique au lieu d'être logé dans une rainure de cette membrane. Au niveau de sa surface de contact avec le tissu scléral, on remarque également quelques lumières vasculaires ayant les rapports généraux du canal de Schlemm.

Chez le lapin et le cobaye les dispositions sont essentiellement analogues et ne méritent pas une description spéciale après celles qui précèdent.

Cette notion fournie par l'anatomie comparée que la chambre antérieure des quadrupèdes est divisée par le ligament pectiné en deux cavités secondaires : la chambre antérieure proprement dite et l'espace cilio-scléral, nous conduit à considérer l'angle irien de l'homme comme l'homologue de cet espace cilio-scléral. Chez l'homme le ligament pectiné a plus ou moins complètement disparu, n'est plus qu'un vestige et l'espace cilio-scléral communique librement avec la chambre antérieure proprement dite.

Pour prouver l'homologie que nous venons d'admettre, il nous suffira de faire voir que la constitution anatomi-

que de l'angle irien de l'homme est exactement celle de l'espace cilio-scléral des quadrupèdes. A part quelques modifications purement relatives dans la forme et le volume des parties constituantes, la seule différence qui distingue ici l'homme des quadrupèdes c'est l'absence du ligament pectiné (système trabéculaire cilio-scléral).

Mais ce ligament pectiné nous le retrouverons chez le fœtus humain; nous en avons signalé du reste des vestiges chez l'adulte.

---

## CHAPITRE IV

**Démonstration de l'homologie existant entre l'espace cilio-scléral des mammifères et l'angle de la chambre antérieure chez l'homme.**

1° Arguments fournis par l'anatomie comparée. — Le bord de la membrane de Descemet correspond chez les quadrupèdes à la limite que détermine tout autour de la chambre antérieure proprement dite le ligament pectiné. Si chez l'homme cette cavité paraît s'étendre au delà du bord de la membrane vitreuse, c'est uniquement à cause de l'absence du ligament pectiné. Mais nous avons trouvé parfois un fine trabécule pigmentaire allant de la racine de l'iris vers le bord de la membrane de Descemet, équivalant par conséquent à la rangée la plus antérieure des travées pectinées, et figurant ainsi chez l'homme un espace cilio-scléral identique à celui des quadrupèdes.

Le système trabéculaire à mailles étroites compris entre la pointe du muscle ciliaire et la membrane de Descemet, appliqué à la face interne de la sclérotique et généralement engagé dans une rainure de cette membrane est compris chez les quadrupèdes dans l'espace cilio-scléral, il se continue par sa face interne en modifiant son aspect et sa texture avec le système trabéculaire du ligament pectiné. Ses rapports sont exactement les

mêmes chez l'homme où il est généralement plus développé que chez les quadrupèdes; s'il paraît en rapport avec la chambre antérieure au lieu de l'être avec l'espace cilio-scléral, c'est toujours uniquement à cause de la disparition du système trabéculaire pectiné.

Limité par la sclérotique en avant, et à ce point de vue exactement comparable chez l'homme et les quadrupèdes, l'espace cilio-scléral a pour paroi postérieure la surface antérieure des procès ciliaires. C'est ici que l'on peut trouver parfois quelques difficultés pour continuer le parallèle commencé entre l'œil humain et celui des animaux domestiques. Quelques indications sur l'étendue relative de l'iris et des procès ciliaires deviennent nécessaires ici.

Généralement, le point où commence l'iris, c'est-à-dire où cessent les plis qui constituent les procès ciliaires, correspond au bord de la membrane de Descemet et l'iris se trouve avoir la même étendue que la cornée. Il en est ainsi chez le chat, le chien, le porc, le cobaye. Mais chez le bœuf les procès ciliaires descendent en quelque sorte sur la face postérieure de l'iris de sorte qu'ils arrivent en regard de la chambre antérieure proprement dite et que l'iris a une étendue moindre que la cornée. L'anatomie comparée montre donc qu'il n'existe pas de relation constante entre la limite de la chambre antérieure proprement dite et celle de l'iris, en d'autres termes que le bord de la membrane de Descemet ne correspond pas toujours à celui de l'iris.

Chez l'homme nous croyons qu'il existe des différences individuelles dans l'étendue relative de l'iris et des procès ciliaires. Dans l'œil représenté figure III sur toutes les

coupes, les procès ciliaires (nous entendons parler de la partie de leur bord antérieur qui fait corps avec l'iris, et non de leur extrémité libre) descendent en regard de l'espace cilio-scléral et le bord adhérent de l'iris correspond à l'origine de la membrane de Descemet. L'espace cilio-scléral est donc ici comme chez le porc limité en arrière par la face antérieure des procès.

Dans d'autres coupes d'yeux humains les procès ciliaires ne descendent pas au-dessous de la pointe du muscle ciliaire, l'iris commence donc en ce point et la paroi postérieure de l'espace cilio-scléral est l'iris et non les procès. Mais nous avons pu constater des différences d'aspect à ce point de vue suivant que la coupe a divisé la tête d'un procès par son plan médian ou qu'elle a porté sur une vallée ciliaire. Au niveau des têtes les procès dépassent la pointe du muscle ciliaire et viennent se mettre en regard de l'espace cilio-scléral.

Au niveau des vallées ils ne dépassent pas la même région du muscle et l'iris semble se détacher de ce dernier. Exprimons ces détails anatomiques en disant simplement que l'iris présente un bord adhérent festonné dont les pointes se perdent dans les vallées ciliaires, tandis que les angles rentrants correspondent à la face antérieure des têtes des procès.

Ces réserves faites sur les modifications d'aspect dues aux différences de trajet des coupes, nous croyons qu'il existe des différences individuelles dans l'étendue relative des procès et de l'iris chez l'homme.

Résumons ce qui précède en disant que l'angle de la chambre antérieure de l'homme équivaut à l'espace cilio-scléral des quadrupèdes, qu'il n'en diffère que par des

dimensions relatives un peu moindres, par l'absence plus ou moins complète du ligament pectiné, par une limite plus nette au point où s'établit l'adhérence entre le muscle et les procès ciliaires. Chez l'homme ces deux organes sont intimement accolés dans toute leur étendue parce que le muscle ciliaire a besoin d'une large insertion choroïdienne pour agir sur la zonule avec une puissance en rapport avec l'étendue de l'accommodation chez l'homme. Chez les quadrupèdes les rapports du muscle ciliaire, généralement très peu développé, avec le corps ciliaire, varient suivant les espèces. Mais d'une façon générale ces deux organes n'adhèrent l'un à l'autre que par des portions plus ou moins restreintes de leurs surfaces. Rappelons que les singes ont un muscle ciliaire aussi développé que chez l'homme, et qu'à ce point de vue également ils s'écartent du type quadrupède pour se rapprocher du type humain,

Comme dernière preuve en faveur de l'homologie que nous venons de chercher à établir par l'anatomie comparée, il nous reste à faire connaître que pendant la période fœtale il existe chez l'homme un système trabéculaire correspondant au ligament pectiné et par conséquent un espace cilio-scléral identique à celui des quadrupèdes.

2° ARGUMENTS TIRÉS DE L'EMBRYOLOGIE. — Fœtus âgé d'un peu plus de 3 mois. La description qui suit se rapporte à des coupes faites après inclusion dans la celloïdine.

La chambre antérieure est bien formée et profonde. L'ora serrata de la rétine correspond à peu près au tiers

antérieur du muscle ciliaire déjà parfaitement net. Presque immédiatement au-devant de cette ora serrata les deux couches épithéliales de la pars ciliaris retinæ forment des plis profonds, origine évidente des procès ciliaires. Quant à la partie de cette double couche épithéliale qui constituera l'iris elle est encore extrêmement courte, de telle sorte que l'iris ne figure encore qu'un étroit liséré limitant une pupille presque aussi large que la chambre antérieure. La membrane de Descemet est représentée par une cuticule mince revêtue d'une belle couche endothéliale. L'espace compris entre son origine et la pointe d'insertion sclérale du muscle ciliaire, au lieu d'être vide comme chez l'adulte est rempli par un tissu conjonctif embryonnaire formé de cellules étoilées. Ce réseau cellulaire représente évidemment en ce point le système trabéculaire du ligament pectiné des quadrupèdes. Du côté de la rétine irienne il se répand à la surface de cette double couche épithéliale pour figurer l'ébauche de la membrane conjonctive de l'iris ; en dedans de son bord libre il se continue à la surface de la cristalloïde pour rejoindre l'autre bord pupillaire. La même membrane de tissu conjonctif embryonnaire constitue donc successivement le système trabéculaire cilio-scléral (ligament pectiné), la trame conjonctive de l'iris et la membrane pupillaire. La partie irienne est seule destinée à persister chez l'homme.

Le profil qui sur les coupes limite ce tissu dans l'angle de la chambre antérieure dessine une arcade régulière allant du bord de la membrane de Descemet à la face antérieure de l'iris, et formant la limite apparente de cette cavité. Le tissu remplissant l'espace cilio-scléral est

en effet assez dense à cette époque de la vie fœtale pour que l'espace qu'il occupe ne paraisse pas être une dépendance cloisonnée de la chambre antérieure.

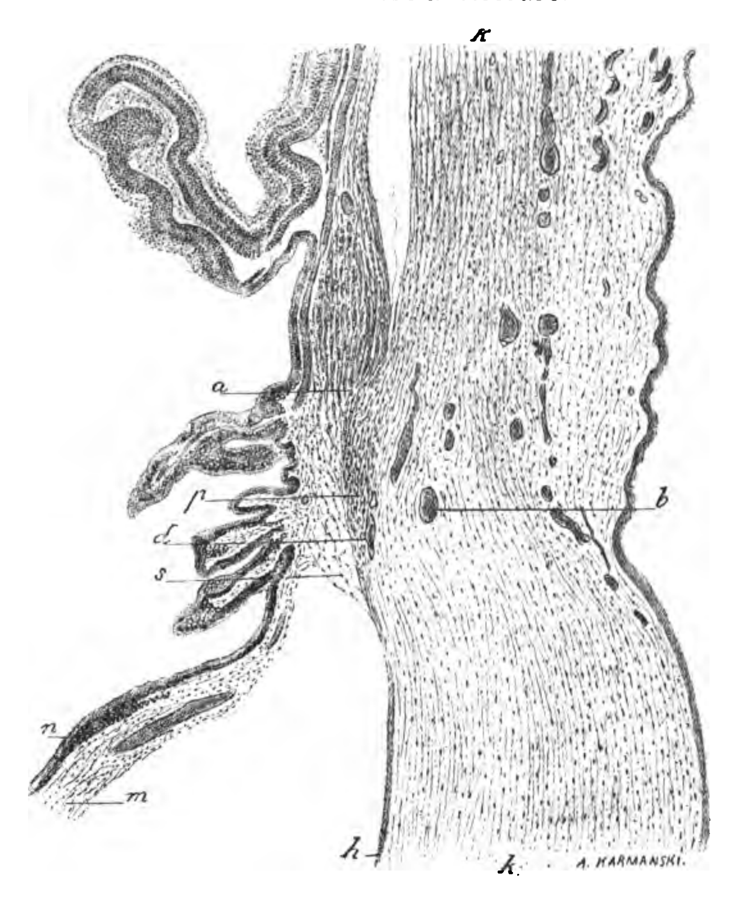



Fig. III. — *Angle de la chambre antérieure chez un fœtus humain de six mois* (Gross. : 40 D.).

*a.* Tendon du muscle ciliaire. — *b.* Veinule intra-sclérale remplie de sang. — *d.* Canal de Schlemm rempli de sang. — *s.* Système trabéculaire correspondant au ligament pectiné des mammifères. — *p.* Système trabéculaire scléro-cornéen encore incomplètement développé. — *k.* Sclérotique. — *h.* Membrane de Descemet. — *m, n.* Les deux couches de l'iris.

Chez le fœtus de six mois (fig. III) l'iris a le même

aspect général que chez l'adulte ; il est bien développé et l'on peut par suite constater avec la plus grande facilité un état de l'angle irien tout à fait comparable à ce qu'il est chez la plupart des quadrupèdes domestiques. Sur la figure III on voit que le bord adhérent de l'iris est loin de la pointe du muscle ciliaire et presque en regard du bord de la membrane de Descemet. Les procès ciliaires constituent la limite postérieure d'un espace cilio-scléral que remplit un système trabéculaire à larges mailles. Mais ici les trabécules sont formées par un axe conjonctif revêtu d'une gaine cellulaire et ne consistent plus uniquement en un réseau de cellules étoilées.

Ce système trabéculaire s'attache d'une part à la face antérieure des procès ciliaires, et aux faisceaux les plus profonds du muscle ciliaire, pour aller se fixer en avant à la face postérieure de la sclérotique dans l'espace compris entre la pointe du muscle et la membrane de Descemet.

A cette époque chez l'homme son aspect correspond à peu de chose près à ce que l'on observe chez le chien et le chat adultes.

Mais déjà entre les deux points précités (insertion sclérale du muscle ciliaire et membrane de Descemet), les couches internes de la sclérotique ont commencé à se différencier en système trabéculaire scléro-cornéen. Ce petit système chez le fœtus n'a pas encore pris l'aspect lacunaire caractéristique qui le distinguera nettement du tissu compact de la sclérotique, mais il présente déjà les fines fibrilles élastiques qui le caractérisent histologiquement et ses lacunes encore peu développées commencent à devenir manifestes. Le canal de Schlemm,

surtout quand il est rempli de sang, se reconnaît parfaitement entre le tissu scléral compact et le système réticulé.

Nous pouvons maintenant faire remarquer que chez le fœtus de 3 mois entre les deux points assignés comme limite au système trabéculaire scléro-cornéen, on pouvait constater dans les couches internes de la sclérotique une zone plus fortement colorée par les tissus environnants, coloration due à une agglomération particulièrement dense de noyaux conjonctifs en ce point. Cette zone nucléaire est certainement l'origine première du réticulum scléro-cornéen. L'importance de cette remarque consiste selon nous en ce qu'elle permet d'affirmer que le système trabéculaire scléro-cornéen fait partie de la coque fibreuse de l'œil et constitue une modification spéciale d'une étroite zone de sa surface interne. Au contraire, le système du ligament pectiné, système cilio-scléral, se développe dans la même membrane conjonctive que l'iris et la membrane pupillaire. Les deux systèmes trabéculaires ontenus dans l'espace cilio-scléral sont donc distincts ie par l'embryologie. Il est bien entendu qu'il s'agit là d'une différenciation à partir d'un moment donné ; il ne saurait être question d'une distinction originelle entre deux tissus de nature conjonctive.

L'un et l'autre proviennent des lames céphaliques, mais ils représentent des produits de différenciations secondaires de ces lames céphaliques, absolument au même titre que la sclérotique et la choroïde.

## CHAPITRE V

**Anatomie microscopique du système trabéculaire scléro-cornéen et du canal de Schlemm.**

Nous allons maintenant laisser entièrement de côté le système trabéculaire cilio-scléral (ligament pectiné) pour nous occuper uniquement de l'étude microscopique du canal de Schlemm et du système de trabécules qui le séparent de la chambre antérieure.

Ce système trabéculaire forme tout autour de la chambre antérieure une zone large d'environ 1 millimètre comprise entre la pointe du muscle ciliaire et le bord de la membrane de Descemet. La coupe de cette petite zone présente la forme d'un triangle allongé (fig. IV) dont la base tournée en arrière correspond au tendon du muscle ciliaire et dont le sommet se fusionne avec la membrane de Descemet, une de ses faces est libre et baigne dans l'humeur aqueuse, l'autre est appliquée sur le tissu compact de la sclérotique dont la sépare en partie le canal de Schlemm.

Les rapports de chacune de ces parties demandent à être précisés.

La base de ce que nous appellerons dans ce qui va suivre le *triangle réticulé*, puisque nous décrivons une coupe de forme triangulaire, est en continuité de tissu à la fois avec le muscle ciliaire et avec la sclérotique. Il nous a

paru qu'il existait quelques différences individuelles dans la part relative prise par chacun de ces tissus dans la constitution du réticulum. Chez le sujet dont l'œil a servi à la figure III la sclérotique fournit environ les 2/3 de son épaisseur, le muscle ciliaire 1/3 seulement, mais on peut trouver des yeux chez lesquels ces rapports sont inverses.

La face libre, qui baigne directement dans l'humeur aqueuse, présente fréquemment, surtout dans sa partie postérieure, des vestiges du ligament pectiné sous forme de trabécules pigmentées ou non à trajet plus ou moins aberrant. Nous y avons trop insisté pour y revenir plus longuement. Faisons seulement remarquer que ces trabécules en voie de disparition chez l'adulte sont en continuité de tissu avec celles du triangle réticulé. En établissant que les deux ordres de systèmes trabéculaires prenaient chacun leur origine dans des membranes conjonctives déjà nettement distinctes l'une de l'autre, nous n'avons nullement impliqué qu'il n'y eût plus entre eux aucune connexion anatomique.

La face sclérale présente un rapport constant non seulement chez l'homme mais encore chez les quadrupèdes, et par conséquent d'une importance capitale, c'est son contact avec le canal de Schlemm. Ainsi que Schwalbe l'a établi ce canal est compris entre le tissu compact de la sclérotique en dehors et le système trabéculaire en dedans; il représente une fente séparant ces deux tissus. A un faible grossissement sa lumière paraît immédiatement limitée en dedans par le réticulum. Mais pour le moment nous réservons la question de savoir comment est réellement constituée cette paroi interne. Cette situation

entre le réseau trabéculaire et la sclérotique compacte est la caractéristique anatomique la plus importante du canal de Schlemm et c'est elle que l'on accepte généralement comme permettant de déterminer ce qu'il faut entendre par canal de Schlemm chez les animaux. Prenons quelques exemples :

Chez le singe macaque la région est trop facilement comparable à ce qui existe chez l'homme pour que l'on ne reconnaisse pas immédiatement le canal de Schlemm dans la fente allongée allant presque de la pointe du muscle ciliaire à la membrane de Descemet et qu'un système trabéculaire à mailles bien développées paraît séparer seul de la chambre antérieure.

Chez le porc dont le système trabéculaire scléro-cornéen est très développé on observe vers sa surface sclérale non pas un canal unique mais une série de petits canaux, dont les uns touchent par leur face interne le réticulum et par l'autre face la sclérotique compacte. D'autres pénètrent entre les travées du réseau et semblent s'ouvrir dans ses mailles ; d'autres enfin sont limitées de toutes parts par le tissu dense de la sclérotique. Ces derniers vaisseaux sont regardés comme des veinules par les auteurs qui voient dans le canal de Schlemm un conduit lymphatique. Mais c'est là une question sur laquelle nous ne pouvons encore nous prononcer ici.

Chez le bœuf comme chez le porc il existe un assez grand nombre de petits vaisseaux coupés en travers vers la face sclérale du réticulum scléro-cornéen. On rencontre même des lumières vasculaires complètement incluses dans le réticulum et qui pourtant ne peuvent être confondues avec les mailles de celui-ci.

D'une façon générale le canal ou les canaux de Schlemm sont plus rapprochés de la pointe du muscle ciliaire que de la membrane de Descemet. Ils sont donc principalement en rapport avec la partie postérieure du réticulum scléro-cornéen. Ceci est bien net chez l'homme et le porc.

CHAPITRE VI

**Histologie du système trabéculaire scléro-cornéen et du canal de Schlemm.**

Après avoir acquis ces notions indispensables sur la topographie microscopique de la petite région qui nous occupe, nous pouvons enfin aborder l'étude de sa texture et de ses éléments histologiques.

1° *Étude du réticulum scléro-cornéen sur des préparations à plat.* — En voyant sur une coupe (figure IV) comment le tendon du muscle ciliaire se continue avec les trabécules du tissu réticulé, il vient à l'esprit qu'en arrachant ce muscle ciliaire on entraînera avec lui une partie du réticulum qu'il sera dès lors facile d'étudier à plat. C'est à quoi l'on peut en effet réussir dans certains cas. Mais en général le tendon du muscle ciliaire se déchire et la bandelette réticulée reste adhérente à la face interne de la sclérotique. Il faut alors saisir avec des pinces fines l'extrémité du cordonnet saillant que forme le bord postérieur de la zone réticulée et l'arracher. On obtient ainsi une bandelette à bord postérieur épais, à bord antérieur mince et translucide, comprenant en général toute la largeur de la zone réticulée, du muscle ciliaire à la membrane de Descemet. Des fragments de cette dernière restent fréquemment attachés au bord du réseau trabéculaire.

Quand la bandelette du réticulum scléro-cornéen a été ainsi arrachée dans toute son épaisseur elle comprend beaucoup trop de plans superposés pour que l'on en puisse faire un bon examen au microscope. Mais on réussit quelquefois à la dédoubler suivant son épaisseur. Les deux lamelles ainsi obtenues sont assez minces pour être étudiées à plat après coloration par le picro-carminate.

Examinons d'abord la lamelle la plus superficielle, c'est-à-dire celle qui baigne directement dans l'humeur aqueuse et étudions-là sa face libre tournée en haut.

Du bord opaque où se fait l'insertion du muscle ciliaire on voit partir des trabécules grêles, anastomosées entre elles de manière à circonscrire des mailles larges et irrégulières, et dessinant ainsi un réseau étendu du muscle ciliaire à la membrane de Descemet (fig. IV).

La disposition de ces trabécules n'est pas tout à fait identique dans tous les yeux humains. Dans certains cas elle se rapproche beaucoup de ce que l'on observe dans l'œil du chien, c'est-à-dire que de la racine de l'iris (et non plus exclusivement du muscle ciliaire) partent des travées pigmentées, à base élargie, relativement volumineuses, allant après un court trajet se confondre avec le réseau trabéculaire précédemment décrit. On a facilement reconnu dans ces travées pigmentaires les rudiments du ligament pectiné dont nous avons déjà signalé plusieurs fois la présence chez l'homme. Quand elles manquent, ce qui est fréquent, le plan superficiel du tissu est constitué par des trabécules incolores, un peu plus épaisses vers le muscle ciliaire que vers la mem-

brane de Descemet et circonscrivant dès leur origine de larges mailles irrégulières.

A travers ces mailles superficielles on entrevoit une série d'autres réseaux à constitution analogue, mais à mailles plus étroites. Ces réseaux superposés sont reliés entre eux par des trabécules anastomotiques à trajet plongeant.

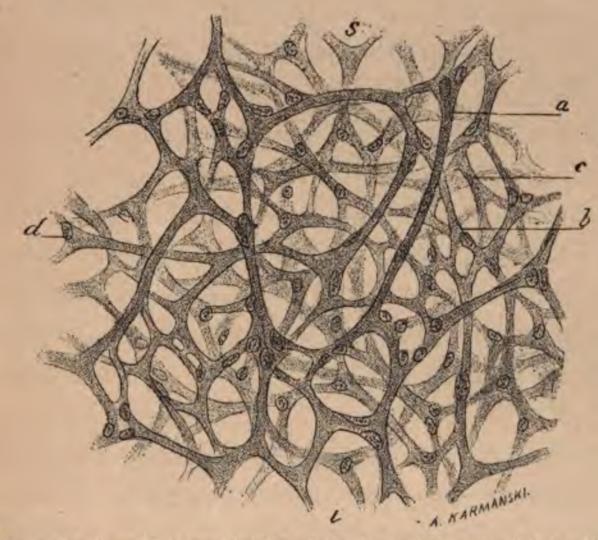



FIG. IV. — *Les lamelles superficielles de la bandelette réticulée* (système trabéculaire scléro-cornéen) *obtenues par arrachement et examinées par leur face tournée vers la chambre antérieure* (homme). Grossissement 250 D.
*s.* Côté du tendon ciliaire. — *i.* Côté de la membrane de Descemet. — *a.* Trabécule superficielle. — *b.* Trabécule du second plan. — *c.* Trabécule du 3e plan. — *d.* Noyau appliqué à la surface d'une trabécule.

Si nous examinons maintenant la seconde lamelle obtenue par dédoublement de la bandelette réticulée nous reconnaîtrons immédiatement qu'elle diffère de la superficielle. Comme celle-ci elle est bien formée de réseaux superposés, mais ici les trabécules sont larges, aplaties, elles circonscrivent des mailles beaucoup plus étroites.

Quand plusieurs travées s'anastomosent entre elles, elles constituent en général par leur coalescence une sorte de plaque imperforée en forme d'étoile irrégulière. Les mailles du réseau, les plaques de fusion des travées, ces travées elles-mêmes, ont toutes leur grand axe dirigé transversalement, c'est-à-dire dans une direction circulaire autour de la cornée. C'est le contraire pour les plans superficiels de la bandelette réticulée, ici mailles et travées ont leur grande longueur dans le sens des rayons de la cornée.

Comment se comportera ce système de trabécules au niveau de la membrane de Descemet?

Pour résoudre cette question il faut étudier les pièces où des fragments de la membrane de Descemet sont restés en continuité avec la bandelette réticulée. On se débarrasse par le pinceau de l'épithélium de Descemet et on étudie la préparation à plat sa face libre tournée en haut.

Nous venons de parler des plaques de fusion des trabécules observées dans les couches profondes du tissu. A mesure que l'on s'approche de la membrane de Descemet on constate dans certains cas la présence de plaques de fusion de dimensions considérables, qui témoignent en quelque sorte de la tendance à se constituer en membrane continue que présentent à ce niveau les trabécules. Mais, que ces grandes plaques existent ou non, la limite du tissu réticulé se constitue par la fusion des trabécules des divers plans (réduits en nombre et tassés à ce niveau comme les feuillets d'un livre) en une sorte de zone striée qui est l'origine de la membrane de Descemet et à laquelle Schwalbe a donné le nom d'*anneau limitant antérieur*

Le pied de chaque trabécule se perd dans cet anneau par une base élargie, le tissu de la trabécule étant continu avec celui de l'anneau. Ce dernier qui présente toujours un certain nombre de trous ovales est absolument l'équivalent d'une vaste plaque de fusion circulaire autour de la cornée, se continuant par son bord antérieur avec la membrane de Descemet, par son bord postérieur avec le tissu réticulé.

Il serait mieux encore de dire qu'un même tissu constitue l'anneau limitant et le tissu trabéculaire, la seule différence consistant dans la largeur et le nombre des mailles. Rares, elles laissent au tissu l'aspect d'une lamelle plus ou moins perforée, nombreuses, elles le découpent en une sorte de dentelle.

L'anneau limitant antérieur possède comme les trabécules elles-mêmes une fine striation dirigée suivant son axe, c'est-à-dire circulairement. Au contraire, la membrane de Descemet est parfaitement homogène, ne présente aucune strie ; il en résulte que malgré la continuité des tissus il existe une différence histologique entre la membrane de Descemet et l'anneau limitant. C'est immédiatement en avant de lui que se présente chez l'adulte et surtout le vieillard la zone plus ou moins régulière des verrues de la membrane de Descemet. Ces verrues à aspect vitreux et parfaitement homogène font corps avec la membrane dont elles constituent un épaississement localisé. Elles se développent uniquement là où la membrane commence à avoir son aspect vitreux et non, par conséquent, sur l'anneau limitant.

*Passage de l'épithélium de la membrane de Descemet*

*sur les trabécules.* — Sur des préparations à plat examinées par leur face libre, on voit la couche continue de l'épithélium de la membrane de Descemet s'égrener en quelque sorte sur les trabécules qui naissent de sa périphérie. L'aspect des noyaux est le même sur la membrane et sur les travées, seule la forme se modifie quelque peu. A peu près circulaires sur la membrane de Descemet, ils s'allongent sur les travées suivant le grand axe de celles-ci. Les travées profondes sont recouvertes d'endothélium tout comme les superficielles. Déjà à la limite de la membrane de Descemet, au niveau de l'anneau limitant, alors que le système trabéculaire n'est pas encore constitué, on peut constater en faisant varier la mise au point qu'il existe plusieurs couches endothéliales superposées. Cela est dû à ce que l'anneau limitant vers son bord postérieur est décomposé en plusieurs feuillets séparés par des assises cellulaires.

Les noyaux qui se détachent en saillie sur les travées du réticulum occupent principalement les angles de bifurcation des travées dans lesquels ils se moulent. Mais il peut en exister également sur le trajet d'une travée un peu longue.

Sur les pièces fixées par le liquide de Müller ces noyaux sont finement granuleux et circonscrits par un étroit liséré brillant qui nous paraît être la coupe optique d'une fine cuticule différenciée à la surface du noyau plutôt qu'un protoplasma cellulaire.

Quand on observe un noyau de profil on voit partir de ses deux extrémités un fin prolongement qui, s'appliquant exactement sur la trabécule, dessine à la surface de celle-

ci un très fin liséré granuleux. Ce liséré est, croyons-nous, la coupe optique d'une mince plaque endothéliale engainant complètement la travée.

Sur des yeux morts depuis 24 heures ces membranes endothéliales se plissent, se détachent partiellement ; on constate alors facilement qu'elles sont constituées par de grandes cellules auxquelles appartiennent les noyaux faisant saillie sur les trabécules.

La disposition des noyaux nous a paru être essentiellement la même dans les diverses couches du réticulum, avec cette seule différence qu'ils sont plus rapprochés dans les couches profondes.

*Étude histologique du système trabéculaire scléro-cornéen sur des coupes.*— Cette étude faite à un fort grossissement va nous donner des notions nouvelles : sur les modifications qui surviennent dans les tissus avoisinants pour constituer le tissu trabéculaire ; sur le mode de continuité de ces divers tissus ; enfin sur la superposition des plans de trabécules et sur les espaces qui les séparent.

Nous savons déjà que les couches internes de la sclérotique au niveau de la région ciliaire montrent une agglomération de faisceaux circulaires qui se pressent d'autant plus les uns contre les autres que l'on s'approche davantage de la zone réticulée. Mais parallèlement à ces modifications de texture il se produit des changements histologiques consistant dans l'apparition d'une quantité considérable de fines fibres élastiques accolées à la surface des faisceaux conjonctifs circulaires ou même péné-

trant dans leur intérieur. L'aire de distribution de ces fibrilles élastiques est très circonscrite, elle s'étend seulement à l'agglomération de faisceaux scléraux circulaires qui constituent le point d'appui et l'origine du tissu réticulé. On peut en trouver également dans les couches sclérales qui limitent immédiatement en dehors le canal de Schlemm ; enfin il en existe à la surface des trabécules du réseau. Nous considérons la présence de ces fibrilles élastiques comme l'un des caractères histologiques importants de la région, d'autant plus que ce caractère existe également chez les quadrupèdes.

Le passage du tissu scléral à fibres circulaires dans le tissu réticulé se fait, croyons-nous, par continuité des faisceaux conjonctifs de la sclérotique avec les travées du réticulum. On constate en effet tous les intermédiaires comme dimensions, aspect et coloration entre les deux ordres d'éléments. On peut même observer la transformation continue d'un faisceau scléral en une de ces trabécules : le premier s'amincit, son tissu devient plus dense, plus réfringent et se modifie de telle sorte que la trabécule se colore beaucoup plus vivement par le picrocarmin que le faisceau scléral auquel elle fait suite.

L'amincissement des faisceaux détermine entre eux la formation de vides qui transforment en tissu lacunaire le tissu compact de la sclérotique. Les noyaux appliqués à la surface des faisceaux de cette dernière se continuent avec ceux en saillie sur les trabécules ; il faut très probablement les considérer comme étant de même nature, tous appartiennent à des cellules conjonctives, de même encore que ceux de la membrane de Descemet.




FIG. V. — *Système trabéculaire scléro-cornéen de l'homme* (même préparation représentée fig. I, mais dessinée ici à un grossissement de 250 D.

*a*. Tendon du muscle ciliaire. — *b*. Veinule intra-sclérale. — *c*. Endothélium du canal de Schlemm, reposant sur une couche continue non réticulée. — *d*. Cavité du canal de Schlemm. — *e*. Coupe transversale d'une trabécule. — *f*. Noyau appliqué à la surface d'une trabécule. — *g*. Une trabécule vue suivant sa longueur. — *h*. Membrane de Descemet et son épithélium. — *l*. Lames de la cornée. *i*. Travées du muscle ciliaire. — *k*. Faisceaux circulaires de la sclérotique.

Les trabécules qui font suite au tendon du muscle ciliaire nous paraissent identiques histologiquement à celles d'origine sclérale, bien qu'elles proviennent d'un tissu évidemment de même nature, mais beaucoup moins condensé et à texture différente.

Le triangle trabéculaire ayant sa base tournée en arrière il en résulte que les trabécules sont superposées à ce niveau suivant beaucoup plus de plans que vers la membrane de Descemet. Sans essayer d'établir des chiffres précis, — il n'y a jamais de chiffres constants en anatomie, — disons pour fixer les idées que l'on peut trouver douze à vingt plans à la base du triangle, quelques-uns seulement vers sa pointe.

L'aire du triangle est occupée par des séries à peu près rectilignes de segments de trabécules (fig. V). Ces séries linéaires sont orientées suivant des droites abaissées de la pointe du triangle sur les divers points de sa base et divergent par conséquent de la membrane de Descemet vers le muscle ciliaire. On ne trouve généralement pas de trabécule ayant un trajet continu entre ces deux points. Presque toutes ayant un trajet plus ou moins oblique se présentent sur les coupes sous la forme de petites baguettes de longueurs différentes à extrémités arrondies ou un peu effilées, et disposées bout à bout en séries linéaires. Quand une trabécule a été prise très obliquement par le rasoir sa coupe a la forme d'une baguette allongée. Si l'obliquité diminue progressivement cette coupe figurera un ovoïde de plus en plus court, et enfin un petit cercle quand elle sera exactement transversale. Toutes ces diverses formes s'observent sur les préparations.

Chaque série linéaire de segments de trabécules représente la coupe de l'un des plans déjà décrits. Les anastomoses plongeantes qui unissent deux plans consécutifs sont représentées par des coupes isolées intermédiaires à deux séries de baguettes.

Les noyaux faisant saillie à la surface des travées se distinguent facilement par leur coloration rouge vif des petits îlots arrondis qui représentent les coupes transversales des trabécules et sont teintés en rose.

Les espaces linéaires compris entre les séries de baguettes présentent leur maximum de largeur dans les parties moyennes et postérieures du triangle réticulé. Dans ces points ils occupent cependant en général un peu moins de surface que les travées elles-mêmes. A mesure que l'on se rapproche de la membrane de Descemet ils se rétrécissent par rapprochement des plans du réseau qui arrivent bientôt au contact les uns des autres. De la sorte l'amincissement de la bandelette réticulée à la pointe du triangle est dû non seulement à la diminution de nombre des travées mais encore à leur tassement.

L'examen des coupes fournit également quelques données nouvelles au sujet des endothéliums de la région. Relativement épais et facilement visible sur la membrane de Descemet cet endothélium s'aplatit rapidement un peu avant d'atteindre l'anneau limitant antérieur. Cependant avec un grossissement suffisant on le retrouve formant un liséré continu jusqu'au point d'origine des premières trabécules. Il cesse donc en ce point comme couche continue. Mais nous savons qu'il continue à former une gaine complète à chaque trabécule du réseau.

Faisons remarquer la différence qui existe au point de vue de l'épaisseur entre l'endothélium de Descemet formé de cellules épaisses au point de constituer de petits prismes et celui des trabécules réduit à une mince lamelle. Il faut ajouter que les dimensions transversales relatives de ces cellules sont justement l'inverse.

Chez les quadrupèdes il est très facile sur les coupes de constater le passage de l'endothélium de Descemet sur les grosses travées du ligament pectiné. Comme chez l'homme en changeant de support il perd très rapidement son épaisseur.

*Étude histologique du canal de Schlemm.* — Le canal de Schlemm peut se présenter sur certaines coupes avec la forme d'une cavité unique, aplatie parallèlement à la surface de la sclérotique, toujours moins large que la bandelette réticulée, ayant son extrémité postérieure un peu élargie au niveau du tendon ciliaire, tandis que son extrémité antérieure a la forme d'un angle.

Mais si l'on examine un nombre suffisant de coupes du même œil on en rencontrera toujours dans lesquelles le canal de Schlemm sera subdivisé en deux ou trois canaux secondaires.

La coupe de ce canal n'a jamais le contour régulièrement circulaire ou ovalaire d'un orifice veineux ordinaire. Des caps de tissu fibreux font saillie dans sa cavité. Ils représentent la section de crêtes fibreuses qui, s'élevant de l'une de ses parois, vont graduellement rejoindre la paroi opposée et le subdivisent en deux canaux secondaires ; ailleurs il est traversé par un cordon cylindrique adhé-

rent seulement à ses deux extrémités. Le canal de Schlemm subit donc un cloisonnement analogue à celui des sinus de la dure-mère.

Le procédé par lequel il se subdivise en canaux secondaires nous paraît le différencier des veines pour le rapprocher des sinus duraux.

Nous avons déjà indiqué que chez le porc et le bœuf il n'y a pas un seul canal de Schlemm plus ou moins cloisonné, mais plusieurs petits canaux relativement distants les uns des autres.

La cavité du canal est tapissée par un endothélium dont les noyaux se montrent beaucoup plus rapprochés sur la paroi interne que sur l'externe. Cette dernière paraît constituée par le tissu même de la sclérotique ; cependant sur quelques préparations il semble que l'endothélium soit séparé des faisceaux fibreux par une très mince paroi propre riche en fibrilles élastiques.

Quant à la paroi interne du canal de Schlemm nous savons qu'elle est en rapport constant avec le tissu trabéculaire. Mais sur les préparations les mieux réussies, les seules dont on doive tenir compte, on voit que l'endothélium ne repose pas directement sur ce tissu (fig.V). Il en est séparé par une mince couche d'un tissu compact riche en fibrilles élastiques. Cette constatation nous porte à ne pas admettre l'opinion de Schwalbe qui considère le canal de Schlemm comme l'équivalent des lacunes du tissu trabéculaire, comme une lacune plus grande que les autres. Il y a là, croyons-nous, une erreur, attribuable en partie à l'infériorité de la technique usitée par Schwalbe. Il faisait ses coupes sur des pièces durcies par l'alcool puis

desséchées. Les figures qu'il a données dans son travail des Archives de Schultze en 1870, montrent bien qu'autant ses préparations par dissociation sont bonnes et méritent confiance, autant ses coupes dénotent un mauvais procédé de conservation des tissus.

On n'a pas besoin d'examiner un très grand nombre de coupes pour voir le canal de Schlemm communiquer avec des veines qui généralement s'abouchent vers son extrémité postérieure. Nous y reviendrons en étudiant les préparations d'yeux injectés au bleu de Prusse.

Du côté de sa paroi interne en contact avec le tissu réticulé on peut trouver également de petits prolongements coniques de la lumière du canal, qui pénètrent dans les mailles du réseau et semblent s'ouvrir au milieu d'elles. Chez le porc et le bœuf on peut également voir l'une ou l'autre des petites lumières vasculaires qui représentent les canaux de Schlemm se terminer en pointe effilée au milieu même des mailles du réticulum. Mais la méthode des coupes est insuffisante pour déterminer s'il y a ou non communication entre les deux ordres de cavités.

D'après la description précédente on voit donc que le canal de Schlemm et les petits vaisseaux qui en partent et l'avoisinent immédiatement diffèrent des veines avec lesquelles ils communiquent — ce que nous démontrerons plus tard, — par une structure spéciale, et, pour le canal de Schlemm par un mode de cloisonnement spécial. Ils sont pour ainsi dire creusés dans la sclérotique, ce sont des tubes endothéliaux inclus entre les faisceaux scléraux sans que même ceux-ci prennent autour d'eux une di-

rection circulaire. C'est là une différence capitale avec les troncs émissaires des vasa vorticosa, qui, eux ont une paroi veineuse propre séparée du canal scléral dans lequels ils passent par une adventice de tissu conjonctif lâche. C'est au contraire une analogie évidente avec les sinus de la dure-mère, analogie surtout marquée pour le canal de Schlemm à cause des trabécules et crêtes fibreuses qui font saillie dans sa cavité et la cloisonnent plus ou moins complètement.

*Contenu du canal de Schlemm.* — Nous ignorons ce que dans les conditions normales de circulation et de pression intra-oculaire, contient le canal de Schlemm. Caché sous le bord de la sclérotique, il échappe à l'observation et nous ne connaissons aucune espèce animale chez laquelle il n'en soit pas ainsi.

Sur les yeux humains énucléés pour des lésions non inflammatoires et éloignées du canal de Schlemm, par exemple des tumeurs du fond de l'œil ou du nerf optique, nous avons constamment trouvé le canal vide de sang. Il ne faudrait cependant rien en conclure relativement à la nature de son contenu, car dans ces mêmes conditions les veinules intra-sclérales sont également vides. Chez le fœtus de six mois, dont l'œil est représenté figure III, on voit que tous les vaisseaux, en y comprenant le canal de Schlemm, sont fortement remplis de sang; comme il n'y a aucune extravasation de globules dans les tissus cela suppose évidemment une communication du canal précité avec les vaisseaux sanguins, mais n'implique cependant pas nécessairement qu'il contienne du sang dans les conditions normales.

Dans beaucoup d'yeux pathologiques et notamment dans les glaucomes le canal de Schlemm se montre rempli de sang. Les lacunes du tissu réticulé ont au contraire dans ce dernier cas un contenu différent : elles sont occupées par des cellules migratrices farcies de grains pigmentaires et moulées dans les espaces libres intertrabéculaires. Jamais on ne voit ces cellules pénétrer dans le canal de Schlemm, ce qui tend à faire rejeter l'existence admise par Schwalbe de communications ouvertes entre le canal et les mailles du réticulum.

---

## CHAPITRE VII

### Injection du canal de Schlemm par les vaisseaux sanguins

Nous nous sommes servi pour ces injections de bleu de Prusse soluble additionné de gélatine suivant les proportions indiquées par M. Ranvier. La seule particularité que nous ayons à indiquer est que nous avons pu opérer sur des têtes d'enfants dans un état de fraîcheur parfaite.

Les injections faites en introduisant la canule dans la veine ophtalmique ou l'une de ses grosses branches ne sont jamais complètes; elles remplissent bien les vaisseaux de la paupière et de la conjonctive, mais pénètrent peu dans le limbe scléro-cornéen. Nous n'avons jamais pu obtenir par cette voie d'injection du canal de Schlemm.

Au contraire en injectant par l'artère ophtalmique on obtient une réplétion très complète du système vasculaire de l'œil, y compris les vaisseaux de l'iris qui s'injectent les derniers.

L'œil ainsi préparé est durci dans le liquide de Müller puis inclus dans la celloïdine. On en prépare un grand nombre de coupes que l'on examine après coloration dans le carmin alcoolique de Mayer, coloration qui nous permettra de reconnaître suffisamment les détails histologiques tels que nous les connaissons déjà.

La présence de la masse bleue dans le canal de Schlemm permet de constater plus facilement que sur toute autre préparation sa subdivision en canaux secondaires. De son extrémité postérieure, mais quelquefois aussi d'un autre point de sa paroi externe, on voit fréquemment partir un vaisseau veineux qui se dirige en arrière pour cheminer dans l'épaisseur de la sclérotique. Mais après quelques millimètres de trajet intra-scléral la veinule prend une direction obliquement ascendante pour devenir épisclérale. Ces veinules cheminent souvent par couples, chaque couple étant accompagné d'une artériole.

La paroi interne du canal de Schlemn est représentée sur un certain nombre de coupes par une membrane assez mince, mais parfaitement continue qui se distingue avec la plus grande netteté du réticulum sous-jacent. Sur d'autres coupes on observe un détail curieux déjà signalé dans un autre genre de préparations : La masse à injection perfore la paroi interne du canal sous forme d'un petit cône dont la pointe pénètre dans le réticulum sous-jacent. Il n'y a pas en réalité perforation : l'examen histologique démontre qu'il s'agit parfaitement là d'un orifice naturel à bords épais, arrondis, réguliers. Au niveau de la pointe du cône il se produit souvent une pénétration de la masse à injection dans les mailles du tissu réticulé. Mais on ne doit pas en conclure que cette pointe s'ouvre en réalité dans les espaces intertrabéculaires ; il faut en effet remarquer que pareils phénomènes de pénétration peuvent également s'observer en d'autres points des parois du canal notamment à ses extrémités limitées cependant par le tissu scléral compact.

## CHAPITRE VIII

**Résultats des injections faites dans la chambre antérieure.**

Iwanoff et Rollet, en 1869, essayèrent ce mode d'injections sans parvenir à remplir aucun vaisseau sanguin ni lymphatique.

L'année suivante, Schwalbe dans son important travail sur « *les voies lymphatiques de l'œil et leurs limites* » annonça la possibilité de remplir le système veineux périkératique en poussant une injection par la chambre antérieure. Il en conclut à des communications ouvertes entre cette dernière et le système veineux par l'intermédiaire du canal de Schlemm. Ce dernier fait partie pour lui du système lacunaire compris entre les mailles du tissu réticulé, et comme elles communique ouvertement avec la chambre antérieure dont il constitue un diverticule. Il fait donc à ce titre partie du système lymphatique et possède des canaux efférents qui le font communiquer avec le système veineux épiscléral.

L'étude histologique du canal de Schlemm nous ayant porté plutôt à le considérer comme l'analogue d'un sinus de la dure-mère, et d'autre part les injections de bleu de Prusse dans le système sanguin nous l'ayant montré en communication avec ce système, nous n'avons

actuellement aucune raison de le considérer comme un canal lymphatique. Mais en présence des résultats obtenus il y a longtemps par Schwalbe et depuis par un grand nombre d'expérimentateurs, nous devons, à notre tour, passer à l'étude des injections de la chambre antérieure.

Comme masse à injection, nous avons utilisé le bleu de Prusse soluble additionné de gélatine, comme instrument la seringue de Pravaz. Sur un animal que l'on vient de tuer par hémorrhagie et qui est encore chaud, l'injection peut être poussée dans la chambre antérieure sans autre précaution, si l'on opère sur l'œil contenu dans l'orbite. Mais si l'œil est énucléé, même depuis quelques instants seulement, il devient nécessaire de pratiquer l'injection sous l'eau chaude qui conserve la gélatine à l'état liquide.

On introduit tout d'abord l'aiguille de Pravaz très obliquement à travers la cornée et en prenant soin qu'elle ne blesse ni l'iris, ni la capsule ; l'humeur aqueuse s'écoule, la chambre antérieure s'aplatit, on adapte alors la seringue et on pousse l'injection. Elle pénètre immédiatement dans la chambre antérieure qu'elle remplit rapidement. Au moment où l'œil, devenu très hypotone par l'écoulement de l'humeur aqueuse, reprend son tonus normal — ce que les doigts apprécient mieux encore que tout appareil pourvu d'un manomètre — on voit un cercle bleu se dessiner tout autour de la cornée et un système de veinules épisclérales se dessiner en bleu sous les yeux de l'expérimentateur. C'est au moment où elle se produit que l'injection est la meilleure et qu'il convient

de l'arrêter. En continuant à appuyer sur le piston de la seringue on dépasse le tonus normal, on cesse d'être dans les conditions physiologiques et, chose à remarquer, l'injection des veinules ne se fait ni plus vite ni plus complètement.

Pour retirer la canule sans que l'injection s'écoule par la perforation cornéenne on peut préalablement congeler l'œil au moyen d'un jet de chlorure de méthyle. On le porte alors dans le liquide de Müller additionné d'acide osmique et on l'étudie sur des coupes après inclusion dans la celloïdine. Il est nécessaire d'obtenir des coupes fines et de les bien colorer afin de pouvoir retrouver les détails histologiques qui nous sont déjà connus et de déterminer ainsi d'une façon précise quelles sont les voies suivies par l'injection.

Nous avons ainsi injecté et étudié la chambre antérieure chez le porc, le chien, le chat et l'homme, nous avons pu obtenir presque constamment une injection des veinules épisclérales. Notons cependant que malgré l'identité de la méthode employée, le résultat de ces injections ne nous a pas paru avoir la régularité que l'on observe pour les injections vasculaires.

Chez le porc les injections ont été faites sur des yeux énucléés, et environ 3 à 4 heures après la mort de l'animal. On reconnaît sur les coupes que la masse bleue à la gélatine contenue dans la chambre antérieure la remplit exactement sauf un léger retrait dû aux réactifs, elle remplit également tout l'espace cilio-scléral, elle se termine en arrière par une pointe effilée entre le muscle ciliaire et la face externe du corps ciliaire. Elle pénètre non seule-

ment dans les mailles du ligament pectiné, mais encore, et tout aussi complètement, dans celles du fin réticulum scléro-cornéen, s'arrêtant seulement au contact du tissu dense de la sclérotique. On trouve fréquemment de petites infiltrations de la masse bleue dans le tissu des procès ciliaires et de l'iris, mais jamais d'injection de leurs vaisseaux.

Dans le tissu épiscléral on retrouve les vaisseaux que nous avons vus s'injecter tout autour du limbe cornéen. Ils se distinguent en une couche profonde de veinules assez volumineuses exactement appliquées sur la sclérotique et une série plus superficielle de veinules serpentant dans le tissu sous-conjonctival. Ces deux couches présentent des anastomoses. L'injection de ce système de veinules est souvent à peu près complète, elle s'étend en arrière, pour la couche profonde, jusque vers l'équateur de l'œil.

Jamais les lymphatiques de la conjonctive, très faciles à distinguer des veines en ce qu'ils n'ont qu'une simple paroi endothéliale, ne se montrent remplis par le bleu de Prusse.

Quelles sont les voies suivies par l'injection pour passer de la chambre antérieure et de l'espace cilio-scléral dans les veinules épisclérales ?

Sur presque toutes les coupes on rencontre dans la région du limbe scléral des veinules qui traversent cette membrane plus ou moins perpendiculairement suivant son épaisseur et qui vont de la région du canal de Schlemm vers le système veineux épiscléral dans lequel elles se terminent. Ces veinules renferment généralement du bleu de Prusse.

Comment sont injectées les lumières vasculaires plus ou moins complètement incluses dans le réticulum scléro-cornéen et qui représentent le canal de Schlemm du porc? Nous savons déjà que les mailles de ce réticulum sont parfaitement et régulièrement remplies de bleu de Prusse, or il n'en n'est pas de même des canaux de Schlemm ; on peut trouver l'un d'eux tout à fait vide au contact d'une lacune complètement remplie de bleu. Voici donc nous semble-t-il deux faits à opposer l'un à l'autre : injection régulière des mailles du tissu trabéculaire, irrégulière des canaux de Schlemm. Il nous faut donc sinon nier complètement, du moins douter qu'il y ait des communications ouvertes entre ces deux ordres de cavités.

Quand l'injection a pénétré dans le canal de Schlemm par quelque manière que ce soit, il est facile de comprendre comment elle arrive dans les veines épisclérales, puisque le canal communique avec ces dernières par des veinules intra-sclérales.

Le chien et le chat nous ayant donné des résultats identiques, nous nous contenterons de décrire les faits observés chez le premier. Ayant tué un jeune chien par hémorrhagie nous avons fait l'injection de la chambre antérieure immédiatement après la mort, les yeux étant encore dans l'orbite. On constate sur les coupes que le bleu de Prusse a rempli complètement l'espace cilio-scléral, dissocié le muscle ciliaire en lames superposées, et pénétré très loin en arrière dans l'espace suprachoroïdien. Il existe chez le chien et le chat dans les parties antérieures de la sclérotique des veinules intra-sclérales extrêmement volumineuses, elles sont remplies par la

masse à injection. On les trouve assez souvent réunies à la région du canal de Schlemm par des anastomoses qui plongent obliquement vers le réticulum scléro-cornéen et sont également injectées. Mais ici comme chez le porc nous constatons une certaine opposition entre la régularité de l'injection du réticulum et la constance beaucoup moindre du remplissage des canaux de Schlemm.

Chez l'homme, l'injection des veinules épisclérales par la chambre antérieure est également possible; mais l'examen des coupes n'est pas plus démonstratif que chez le chien et le porc.

On voit, en somme, qu'en se rapportant uniquement et sans idée préconçue aux résultats des deux ordres d'injection chez les mammifères, on est simplement en droit de conclure que le canal de Schlemm est en communication ouverte avec les veines. Quant au fait incontestable de son injection par la chambre antérieure il est, chez les animaux étudiés, d'une appréciation très difficile : on ne peut, nous semble-t-il, ni affirmer que la paroi interne du canal de Schlemm présente des orifices ouverts dans la chambre antérieure, ni acquérir la conviction que la facile déchirure de cette paroi est la seule cause de la pénétration dans le canal d'un liquide non diffusible tel que le bleu de Prusse.

Il y a là, en somme, un problème difficile. Mais il existe heureusement pour la solution de la question ce que l'on appelle en histologie un objet d'étude, c'est-à-dire un type de canal de Schlemm modifié de telle façon que l'étude en est relativement aisée. Nous voulons parler du canal de Schlemm de la poule.

# CHAPITRE IX

## Étude histologique du canal de Schlemm de la poule.

Sur des coupes faites par les procédés indiqués précédemment mais après décalcification complète des plaques osseuses intrasclérales, on voit qu'il existe chez la poule un espace cilio-scléral se prolongeant en arrière plus loin que chez les mammifères. Cet espace est traversé par un système de trabécules grêles, allongées, étendues de la face interne de la sclérotique à la face antérieure du corps ciliaire et de l'iris lui-même. Ces trabécules correspondent au ligament pectiné des mammifères. Quant au canal de Schlemm, il frappe par son volume considérable et la minceur de sa paroi interne. La largeur atteint et dépasse 1 millim., on le distingue facilement à l'œil nu sur les coupes. Il est situé à la face interne de la sclérotique, immédiatement en arrière du bord de la membrane de Descemet. Sa forme sur les coupes est celle d'un ovoïde irrégulier à petite extrémité postérieure. Sa face externe est limitée par des couches de tissu conjonctif denses, disposées parallèlement et qui font partie de l'épaisseur de la sclérotique. Elles se recourbent à la partie antérieure du canal pour le limiter en ce point par une sorte de bourrelet fibreux creusé en gouttière. Dans l'épaisseur de ce bourrelet, le tissu

fibreux subit une modification curieuse : ses faisceaux s'écartent pour constituer en un point un petit îlot de tissu réticulé d'aspect analogue au système trabéculaire scléro-cornéen du porc.

L'extrémité postérieure étroite du canal ne paraît présenter d'autre couche propre que sa membrane endothéliale qui s'appuie sur un fin réseau conjonctif très lâche à fibrilles fines et à cellules nombreuses.

Quant à la paroi interne, elle nous apparaît comme l'objet d'étude par excellence pour ce point si controversé d'anatomie. Sa minceur, son isolement des parties voisines (elle donne seulement insertion à quelques trabécules du ligament pectiné) font immédiatement naître l'idée que l'on pourra l'arracher, l'étudier à plat et voir si elle présente ou non des orifices faisant communiquer le canal de Schlemm avec la chambre antérieure. Sur les coupes elle apparaît comme constituée par une mince membrane, d'épaisseur un peu inégale suivant les points, colorée en rose par le picro-carmin, montrant un très grand nombre de fibres élastiques volumineuses sectionnées transversalement et des noyaux conjonctifs semés entre ces fibres. Vers sa face ciliaire, cette mince lame de tissu présente une sorte de dissociation de ses éléments constituants qui ébauchent un réseau au lieu de rester tassés en membrane compacte. Nous reconnaissons alors dans les travées du réseau un ensemble histologique déjà connu de nous et qui nous paraît caractéristique du système trabéculaire scléro-cornéen. Il consiste en un petit faisceau de tissu conjonctif dense, recouvert de fibres élastiques ici particulièrement volu-

mineuses, le tout engainé par une plaque endothéliale dont le noyau fait saillie de distance en distance sur les trabécules.

La face interne, cavitaire, de cette paroi au lieu de présenter une sorte de désagrégation de ses éléments constituants est au contraire régulière, lisse, et recouverte d'endothélium.

Pour étudier à plat cette paroi interne du canal de Schlemm il faut sur la tranche d'un secteur d'œil de poule durci dans le liquide de Müller, rechercher l'orifice du canal de Schlemm, en s'aidant au besoin d'une loupe. Quand on l'aura reconnu on se débarrassera par arrachement du corps ciliaire. On parviendra alors, et plus facilement que l'on ne pourrait le croire à priori, à pincer la paroi interne du canal de Schlemm en introduisant l'un des mors d'une pince fine dans la cavité du canal. Cette paroi ainsi saisie s'arrachera facilement et d'ordinaire dans toute sa largeur. On l'examinera alors après coloration, sa face cavitaire tournée en haut. Elle paraîtra constituée par un très riche réseau de grosses fibres élastiques dont les interstices présentent un très grand nombre de noyaux conjonctifs. Mais la membrane paraît absolument continue et il est impossible d'y découvrir aucun orifice.

Résultats obtenus chez la poule par la méthode des injections. — Les injections de bleu de Prusse par la carotide remplissent parfaitement le canal de Schlemm, et permettent de constater facilement la présence d'un système de veinules qui s'abouchent au niveau de son

extrémité antérieure et le font communiquer avec les veines épisclérales. La masse bleue reste enfermée dans le canal et ne pénètre pas dans la chambre antérieure.

Les injections faites par la chambre antérieure bien que nous ayons utilisé des yeux absolument frais tantôt énucléés, tantôt encore contenus dans l'orbite, ont montré le passage de la masse bleue dans les veines épisclérales. Mais l'examen des yeux injectés nous a fait voir une série de déchirures au niveau des divers tissus de l'espace cilio-scléral, principalement au niveau de l'extrémité postérieure du canal de Schlemm. Cette constatation nous porte à admettre que l'injection de liquides non diffusibles dans la chambre antérieure, *cavité fermée* est une mauvaise méthode. Comme il n'y a pas de voie de sortie pour ce genre de liquide, dès que la pression dépasse la limite d'élasticité des tissus il se produit des ruptures multiples. Il est loin d'être inadmissible que la paroi interne du canal de Schlemm soit en quelque sorte un point faible au niveau duquel les ruptures se produisent de préférence.

Les grandes dimensions du canal de Schlemm chez la poule nous permettent du reste de faire la contre-épreuve de l'expérience précédente en cherchant si les injections poussées dans le canal lui-même pénètrent ou non dans la chambre antérieure. Nous nous sommes servi dans ce but d'une aiguille de Pravaz dont l'extrémité antérieure, après résection du biseau terminal, avait été amincie et polie de manière à pouvoir pénétrer dans le canal de Schlemm. Sur la surface de section d'un œil divisé suivant un méridien on recherche à la loupe l'orifice du canal de Schlemm. Il n'est pas alors très difficile d'y intro-

duire l'extrémité de l'aiguille de Pravaz montée sur la seringue pleine de bleu de Prusse. Du reste, si l'aiguille est bien dans le canal on voit celui-ci s'injecter aussitôt et l'injection sortir par l'autre extrémité sectionnée sans jamais passer dans la chambre antérieure.

Le segment d'œil ainsi injecté ayant été durci, et inclus dans la celloïdine on y pratique des coupes qui montrent de très beaux résultats. Du canal de Schlemm parfaitement rempli par le bleu on voit partir des veinules qui se dégagent au niveau de son extrémité antérieure, se dirigent d'abord en haut et en avant, au-devant de l'extrémité antérieure du muscle de Donders. Elles constituent souvent en un point par leurs anastomoses une veine volumineuse, puis elles se portent en arrière pour devenir bientôt episclérales.

La paroi interne si mince et si nette n'est jamais traversée par le bleu malgré la réplétion parfaite du canal. Si cependant il existait à ce niveau des communications ouvertes avec la chambre antérieure la masse à injection aurait dû pénétrer dans celle-ci.

En effet, la pression s'est élevée dans le canal assez haut pour que le bleu de Prusse eut tendance à en sortir puisqu'il a fusé dans les veines episclérales. S'il n'a pas fait de même du côté de la chambre antérieure c'est sans doute qu'il n'a trouvé de ce côté aucun orifice de sortie et que le canal n'a pas de communications ouvertes avec la chambre antérieure.

---

## RÉSUMÉ

Ce que nous croyons avoir établi dans cette thèse peut se résumer en ceci :

L'angle de la chambre antérieure de l'homme, c'est-à-dire l'espace qui a pour paroi antérieure la zone comprise entre la pointe du muscle ciliaire et l'origine de la membrane de Descemet est l'homologue de ce que nous avons appelé *espace cilio-scléral* chez les mammifères et qui correspond à peu près aux espaces de Fontana.

Cette assimilation s'appuie sur l'anatomie comparée et l'embryologie. L'argument embryologique nous paraît inédit : nous n'avons trouvé signalé dans aucun auteur la présence, dans l'angle de la chambre antérieure du fœtus humain, d'un réseau conjonctif équivalant aux trabécules cilio-sclérales (ligament pectiné) des mammifères et destiné à se résorber chez l'adulte.

Nous avons montré par l'anatomie comparée, l'histologie et l'embryologie que l'espace cilio-scléral renferme deux systèmes différents de réseaux trabéculaires : le système cilio-scléral (ligament pectiné de Hüeck) et le système scléro-cornéen ; ce dernier a seul des rapports constants avec le canal de Schlemm et persiste seul chez l'homme adulte et le singe.

Le canal de Schlemm communique certainement avec

le système veineux et en fait partie. Par sa structure, il se rapproche d'un sinus de la dure-mère et pourrait porter le nom de *sinus scléral.*

Du côté de la chambre antérieure, il est recouvert par un système de trabécules à structure caractéristique, sorte de grillage ayant peut-être pour utilité de protéger la surface absorbante du canal contre les dépôts d'éléments figurés qui peuvent passer dans la chambre antérieure. Mais ce grillage ne constitue pas sa paroi interne proprement dite qui est formée par une membrane continue ainsi que le démontre l'étude de l'œil de la poule.

Nous ne croyons donc pas à des communications ouvertes entre la chambre antérieure et le canal de Schlemm, et surtout nous n'admettons pas avec Schwalbe qu'il soit l'équivalent de l'une des lacunes du réticulum scléro-cornéen.

---

# DEUXIÈME PARTIE

## CHAPITRE PREMIER

### Historique des travaux parus sur la région de l'angle irien et le canal de Schlemm.

La description de Fontana (1781) à laquelle remontent nos premières connaissances sur les espaces lacunaires du ligament pectiné, manque absolument de précision. Si Fontana n'avait parlé d'un « nouveau canal de l'œil », ce n'est certes ni sa description peu nette, ni ses figures peu compréhensibles qui eussent procuré la notion d'une sorte de canal circulaire, situé quelque part vers la racine de l'iris. Il décrit ou plutôt il indique dans l'œil du bœuf « un canal à parois lisses et unies, creusé dans la partie postérieure du corps ciliaire, enveloppé par la substance de celui-ci et occupant un sillon de la face interne de la sclérotique », canal qu'il a pu injecter à l'eau et au mercure, sans produire de déchirure des tissus.

La critique de la manière de voir de Fontana n'étant plus à faire depuis longtemps, nous n'y insisterons [pas davantage.

En 1804, Kieser, cité par Königstein, considère déjà

le canal de Fontana des quadrupèdes, comme un produit artificiel déterminé par l'insufflation.

Mais chez les oiseaux, il existe réellement un large canal ouvert même sur le vivant. Kieser aurait-il déjà vu le canal de Schlemm, si large, en effet, chez les oiseaux?

Treviranus (1828) partage, d'après Königstein, l'opinion de Kieser.

C'est en 1827, que Schlemm découvrit le canal qui porte son nom, mais ce n'est qu'en 1830 qu'il publia sa découverte. « La face postérieure concave de la cornée, écrit-il à cette époque, est limitée par un bord circulaire, derrière lequel la cornée se creuse en forme de rainure où s'insère l'orbiculus ciliaris. Dans cette rainure, court un canal circulaire que sa réplétion par le sang m'a fait découvrir en 1827, dans l'œil d'un pendu. Quand la sclérotique et la cornée ont été fendues d'avant en arrière, on peut facilement introduire dans ce canal, une fine soie de porc. Il ne faut pas confondre ce canal avec celui de Fontana, qui chez le bœuf est situé dans l'épaisseur de l'orbiculus ciliaris. »

Si la description de Schlemm est courte, elle est donc très précise, et c'est elle, en réalité, qui a introduit dans la science la notion du canal veineux, situé à la face interne du limbe scléro-cornéen.

Après la publication de Schlemm, divers auteurs ont alors trouvé que le canal en question avait été injecté par d'anciens anatomistes. C'est ainsi que Brücke fait connaître que Hovius, en 1716, aurait figuré le canal de Schlemm, comme distinct du cercle veineux, dit actuellement cercle d'Hovius. Halbertsma trouve que Albinus,

en 1775, a injecté le canal de Schlemm. Lauth (1829) et Tiedemann l'ont vu également. Mais Schlemm n'en est pas moins le premier qui l'ait compris et décrit d'une façon assez nette, pour que sa description ne passe pas inaperçue comme celle de ses devanciers.

A partir de sa publication la distinction est suffisamment faite entre le canal veineux et les espaces de Fontana pour qu'il devienne nécessaire d'étudier séparément l'histoire des travaux successifs qui nous ont fait connaître ces deux systèmes anatomiques.

Il convient de s'occuper tout d'abord des systèmes réticulés compris dans l'angle même et englobés sous le nom collectif de ligament pectiné.

En 1841 Hüeck décrit pour la première fois le système de fibres qui unit l'iris à la cornée dans l'œil de bœuf : « Vu sur une coupe, l'iris paraît constitué par deux lamelles qui viennent se fusionner ensemble ; la postérieure est le corps ciliaire qui s'épaississant d'arrière en avant se continue avec l'iris ; l'antérieure est le *ligament pectiné de l'iris*, dont l'insertion à la cornée ou plutôt à la membrane de l'humeur aqueuse se fait par une série de courtes fibres blanchâtres, serrées les unes contre les autres sans pour cela être unies entre elles ». Hüeck considère le ligament pectiné du bœuf comme creusé de trois canaux : canal de Fontana antérieur, moyen et postérieur, ce en quoi il obéit à une tendance excessive à la systématisation.

Brücke, en 1847, est, au dire de Leber, le premier qui ait fait nettement ressortir et définitivement démontré que le canal de Schlemm et celui de Fontana sont deux choses absolument différentes.

Von Græfe dans une lettre écrite à Desmarres en 1852 et citée dans la traduction de Brücke qui se trouve en tête du Traité de Desmarres, s'exprime en ces termes: « Bowman a prouvé que la membrane de Descemet se perd à sa périphérie par plusieurs systèmes de fibres élastiques dont l'un traverse la cavité de la chambre antérieure d'avant en arrière pour s'attacher à la face antérieure de l'iris; un autre s'attache à la paroi postérieure du canal de Schlemm.... »

Arlt, ajoute Græfe, a démontré que l'iris ne s'insère pas à la limite cornéo-sclérale, mais plus en arrière, à l'arête de la surface interne du muscle ciliaire. Græfe confirme ces observations, il s'est convaincu avec Jaeger que ce ne sont pas toutes les fibres de l'iris qui s'insèrent à l'arête du muscle ciliaire, mais qu'une partie se dirige en avant pour couvrir la surface interne du ligament ciliaire et se perdre dans le système de fibres qui recouvre la paroi postérieure du canal de Schlemm.

Ainsi Græfe décrit parfaitement le rudiment de ligament pectiné qui persiste souvent chez l'homme et même il semble le considérer comme quelque chose de distinct du système trabéculaire du canal de Schlemm.

Kölliker (édition française, 1856) décrit dans l'ensemble des fibres émanées de la membrane de Descemet, plusieurs systèmes secondaires : les unes traversent l'humeur aqueuse, se réfléchissent sur la face antérieure de l'iris en formant le ligament pectiné de Hüeck, d'autres se rendent au muscle ciliaire, d'autres enfin se perdent sur la paroi interne du canal de Schlemm. Ainsi Kölliker distingue déjà plusieurs régions dans l'ensemble du tissu trabéculaire. Sa figure 304, demi-schématique, sans dé-

tails histologiques, représente d'une façon suffisamment exacte la situation d'une travée du ligament pectiné.

Henle dans sa première édition (1866) donne de la région de l'angle irien chez l'homme, une figure excellente comme topographie et texture. Elle est analogue à notre figure V et représente une coupe un peu épaisse dont les éléments sont couchés latéralement. Les noyaux ne sont pas dessinés, mais les champs ovalaires donnés par les coupes transversales des trabécules sont bien représentés.

La figure 479 de la même édition montre le réticulum scléro-cornéen vu à plat et correspond à notre figure IV. Les réseaux superficiels très lâches, les profonds plus serrés, sont bien rendus, mais là encore les noyaux sont omis. En outre les bords de la préparation sont dessinés continus comme si les réseaux profonds se détachaient en saillie sur une lame continue elle-même; cette lame continue n'existe pas.

Henle ne figure pas ici le ligament pectiné proprement dit, mais il distingue dans sa description le « réseau de fibres plates et larges » (système scléro-cornéen) du ligament pectiné de Hüeck « formé de tissu conjonctif qui suit exactement la lame élastique, la plus interne passe au-devant de la partie du muscle ciliaire tournée vers la chambre antérieure et atteint le bord de l'iris avec la surface duquel il se confond ».

Dans la première édition de Henle il n'y a pas de figure représentant le ligament pectiné proprement dit, mais dans celle de 1873 la fig. 497 représente chez l'homme

des prolongements iriens correspondant au ligament pectiné des animaux.

Quoi qu'il en soit, dès 1866 Henle a donné une figure excellente de l'angle irien et du réseau scléro-cornéen. Il l'a nettement distingué du ligament pectiné.

Flemming et Pelechin, en 1868, émettent cependant encore des opinions erronées, le premier en admettant une lamelle continue qui de la membrane de Descemet se réfléchirait sur l'iris, le second en confondant encore le canal de Schlemm et les espaces de Fontana.

En 1869 paraît un important travail d'Iwanoff et Rollet sur l'annulus ciliaris et les attaches de l'iris. Ces auteurs ont étudié la région comparativement chez l'homme et les animaux domestiques. Comparant les attaches scléro-cornéennes de l'iris chez l'homme à ce qu'elles sont chez le chien, ils font très justement remarquer que si la disposition générale est la même, l'angle irien de l'homme (c'est-à-dire notre espace cilio-scléral) par suite du grand développement de son muscle ciliaire est beaucoup moins étendu que celui des animaux précités.

Ils paraissent considérer les prolongements iriens (*iris-fortsaetze*), c'est-à-dire le ligament pectiné, étendus entre la racine de l'iris et la membrane de Descemet comme constants chez l'homme adulte, mais plus courts et plus épais chez le nouveau-né dans l'œil duquel on peut obtenir des aspects tout à fait analogues à ceux présentés par le chien et le chat. Cette dernière remarque est sans doute la première mention du fait que nous croyons avoir démontré : existence chez le fœtus humain d'un ligament pectiné analogue à celui des quadrupèdes; mais Iwanoff

et Rollet ne disent pas qu'il est bien moins développé chez l'adulte.

Les mêmes auteurs donnent de l'angle irien de l'homme une figure exacte comme topographie générale mais non comme détails histologiques. La partie du dessin qui figure le réticulum scléro-cornéen et le ligament pectiné ne reproduit pas l'aspect réel de ces tissus, mais en présente une interprétation assez éloignée des faits. Henle, trois ans plus tôt, avait donné une figure bien supérieure.

Iwanoff et Rollet appellent canal de Fontana les espaces compris dans le réticulum scléro-cornéen. Ce nom est plus généralement appliqué aux espaces compris derrière le ligament pectiné de Hüeck, c'est-à-dire derrière les prolongements iriens. Mais il ne faut pas perdre son temps à discuter sur la nature et la situation des espaces qui constituent le soi-disant canal de Fontana, puisque le seul critérium de la détermination de ce canal serait une description précise de Fontana. Or c'est là justement ce qui fait défaut.

Iwanoff et Rollet ont précisé la conception de la dualité des systèmes trabéculaires de l'angle irien, conception déjà indiquée par Kölliker et Henle et à laquelle nos deux auteurs cherchent à donner plus de relief en désignant sous deux noms différents deux choses qu'ils estiment différentes. « On devrait désigner sous le nom de ligament pectiné seulement les prolongements de l'iris à la membrane de Descemet... Ce qui est situé en arrière, le réseau trabéculaire particulier avec son revêtement cellulaire et les espaces qu'il comprend (canal de Fontana) serait mieux indiqué sous le nom d'annulus

ciliaris ; mais il faudrait alors distinguer cette partie de celle qui constitue le muscle ciliaire dans le corps ciliaire. »

L'année qui suivit celle de la publication d'Iwanoff et Rollet, paraît le mémoire de Schwalbe sur les voies lymphatiques de l'œil et leur limitation ; travail capital pour la question qui nous occupe. La partie la plus importante et la plus neuve en est sans doute la notion nouvelle de la communication des veines ciliaires antérieures avec la chambre antérieure. Mais Schwalbe ayant dû chercher à établir de quelle façon et par quel chemin s'établit cette communication a été amené à étudier anatomiquement l'angle de la chambre antérieure ; c'est cette partic seule de son travail qui doit nous occuper en ce moment. Schwalbe s'inspirant des travaux d'Iwanoff et Rollet, commence par admettre avec eux qu'il faut distinguer les prolongements iriens pigmentés ou ligament pectiné du tissu trabéculaire de l'espace de Fontana (qu'il comprend comme les auteurs précités), c'est-à-dire de ce que nous appelons système trabéculaire scléro-cornéen.

Mais remarquant qu'il y a chez l'homme beaucoup de ressemblance entre les trabécules qui proviennent des prolongements iriens (ligament pectiné) et celles de l'espace de Fontana, Schwalbe ne se croit plus autorisé à maintenir la nomenclature d'Iwanoff et Rollet : il s'agit pour lui de deux formations analogues qu'il ne faut pas séparer en les désignant sous deux noms différents ; il faut dire que les prolongements iriens de l'homme, au lieu d'aller jusqu'à la membrane de Descemet, se perdent dans le système trabéculaire

scléro-cornéen (tout en laissant parler Schwalbe, nous employons ici notre nomenclature pour plus de clarté). En somme Schwalbe après avoir admis en principe la dualité des systèmes réticulés de l'angle irien, paraît ensuite revenir à une conception unitaire commandée, selon lui, par la continuité anatomique des deux systèmes.

Cependant les nécessités de la description le forcent à distinguer de nouveau entre les deux régions du tissu. Décrivant ses intéressantes préparations par arrachement du corps ciliaire (procédé que nous avons d'après lui appliqué et décrit dans notre chapitre VI, p. 36), il dit que l'anneau limitant de la membrane de Descemet présente sur son bord postérieur quelques-unes des trabécules émanées des prolongements iriens. D'autres trabécules qui proviennent également de l'anneau limitant se continuent par contre directement avec le réseau de la paroi postérieure du canal de Schlemm.

Plus loin, décrivant des coupes méridionales, il reconnaît que le tissu trabéculaire de l'angle irien prend immédiatement en avant du muscle ciliaire et contre la sclérotique un caractère essentiellement différent.

Enfin, ce dernier passage est caractéristique : « Outre le tissu à grosses travées (ligament pectiné) Iwanoff et Rollet font mention chez le bœuf et le porc d'un réseau à petites mailles qui s'étend du point d'insertion du muscle ciliaire jusqu'au commencement de la cornée. Sur des coupes méridionales de l'œil du porc on reconnaît tout d'abord que le tissu en question immédiatement appliqué contre la sclérotique se distingue nettement du tissu compact.....

Ce tissu à petites mailles se continue progressivement

de l'autre côté avec les grosses travées de l'espace de Fontana, tandis que les mailles augmentent brusquement de largeur.

Les travées de Fontana, sur des coupes transversales sont coupées dans les sens les plus divers ; au contraire dans le petit réseau on ne voit que des faisceaux coupés transversalement, faisceaux qui se distinguent par leur grande richesse en fibres élastiques. »

En définitive Schwalbe admet donc qu'il y a dans l'angle irien deux systèmes réticulés différents l'un de l'autre.

C'est encore par son procédé d'arrachement de la bandelette réticulée que Schwalbe est arrivé à la notion de ce qu'il appelle l'*anneau limitant postérieur*. « Dans sa moitié postérieure le système de plaques élastiques devient plus épais et passe alors dans un anneau fibreux. La direction des fibres dans cet anneau est toujours équatoriale. Il sert de point d'attache à la plus grande partie des fibres antéro-postérieures du muscle ciliaire. Pour le distinguer de l'anneau limitant de la membrane de Descemet je le désignerai sous le nom d'anneau limitant postérieur. »

Cette conception d'un anneau limitant postérieur est certainement utile en anatomie descriptive, mais il ne faudrait pas croire qu'il y ait réellement à la pointe du muscle ciliaire un système distinct de fibres circulaires, formant un anneau isolable, et donnant insertion d'une part au muscle, d'autre part au système trabéculaire. Le mode de préparation suivant permet de se renseigner à cet égard : sur l'un des secteurs antérieurs d'un œil durci dans le liquide de Müller on arrache d'abord le corps et le muscle ciliaire et ensuite le cordonnet sail-

lant que met en relief l'arrachement du muscle et qui représente l'anneau limitant postérieur. Mais ce double arrachement ne doit être que partiel de manière à ménager les adhérences normales à l'une des extrémités du segment. Les coupes faites après inclusion dans la celloïdine qui maintient en place les parties arrachées montre que le muscle ciliaire est déchiré vers sa pointe, que le petit îlot isolé qui représente la coupe de l'anneau limitant postérieur est constitué par la pointe du muscle ciliaire, son tendon, et la base du triangle réticulé dont tout le reste adhère encore à la rainure sclérale. L'anneau limitant postérieur ne représente donc nullement un organe particulier ; il n'acquiert d'individualité qu'autant qu'on l'a isolé par arrachement. Mais comme c'est là un fait constant, il faut en chercher la cause : on la trouve très probablement dans une prédominance ou une résistance particulière des fibres circulaires situées vers la pointe du muscle ciliaire au contact du réticulum scléro-cornéen.

En somme, dans la description de l'appareil trabéculaire de l'angle irien Schwalbe, comme avant lui Kölliker, Henle, Iwanoff et Rollet, conçoit bien qu'il y a là deux systèmes différents à plusieurs points de vue. Bien qu'il ne s'explique pas toujours très nettement à ce sujet, que même à un moment il se refuse à admettre la nomenclature d'Iwanoff et Rollet basée sur la conception de la dualité, il se trouve finalement ramené par l'anatomie descriptive elle-même à décrire séparément le ligament pectiné et le système trabéculaire scléro-cornéen. Mais ce qui paraît jeter un certain trouble dans ces conceptions, c'est qu'il ne saisit pas encore nettement que l'un des deux systèmes de ligament pectiné a disparu ou n'est

que rudimentaire chez l'homme comparé aux animaux.

Henle, dans sa deuxième édition (1873) donne une bonne description des faisceaux circulaires de la sclérotique dans les couches profondes du limbe. « Au niveau de l'insertion du muscle ciliaire, les faisceaux conjonctifs de la sclérotique ont une direction presque exclusivement équatoriale, de sorte que, unis avec les réseaux élastiques dont ils sont entourés, ils constituent une sorte de cercle solide qui embrasse le bord de la cornée..... Au-devant de ce cercle, mais toujours à l'intérieur du tissu de la sclérotique et tout près de sa surface interne, les faisceaux de tissu conjonctif s'écartent les uns des autres pour embrasser le sinus veineux de l'iris » (c'est le nom qu'il donne au canal de Schlemm).

Plus loin, reprenant dans une note cette interminable question de l'unité ou de la dualité des systèmes trabéculaires de l'angle irien, il se rattache à la première opinion de Schwalbe, alors que dans sa première édition il avait décrit les deux systèmes comme différents. Mais maintenant abandonnant l'anatomie descriptive pour l'anatomie générale, il considère une séparation entre les grosses travées pigmentées (ligament pectiné de Hüeck) et les fines travées incolores (système scléro-cornéen) comme inutile et même comme impossible, et cela parce qu'il y a des rapports de continuité entre les deux systèmes. Mais c'est là une différenciation bâtie sur un seul caractère, ce qui ne suffit pas.

Dans la même note Henle cherche à étendre aux deux systèmes réticulés le nom collectif de ligament pectiné. Cette nomenclature nouvelle ne peut amener que de la confusion. Hüeck avait parfaitement déterminé chez

le bœuf le système de prolongements iriens auxquels il donnait le nom de ligament pectiné ; c'est donc à eux seuls et à leurs homologues chez l'homme qu'il faut appliquer ce nom. Mais il faut pour cela avoir la notion nette qu'il existe au point de vue descriptif deux systèmes trabéculaires dans l'angle irien, manière de voir dont Henle paraît tendre à s'écarter définitivement.

Waldeyer, l'année suivante (1874), dans son article Cornée-sclérotique du traité de Græfe-Sœmisch, reproduit en les condensant les idées de Schwalbe. « L'iris chez l'homme ne fournit que très peu de fibres au tissu trabéculaire, mais chez le cheval, le bœuf et le porc on voit partir du tissu irien de nombreuses trabécules pigmentées qui se rendent à la face postérieure de la membrane de Descemet..... Chez l'homme le tissu trabéculaire en contact avec la chambre antérieure présente un certain nombre de travées plus fortes allant de la racine de l'iris à l'anneau terminal antérieur. Ces trabécules plus développées constituent le ligament pectiné de l'iris, dénomination qui pourrait les faire considérer à tort comme constituant un système distinct du reste du tissu caverneux de la région. »

La figure qu'il donne de l'angle irien chez l'homme (fig. 22 de Græfe-Sœmisch) est exacte au point de vue topographique, mais purement schématique au point de vue microscopique.

Königstein, dans un travail datant de 1879, s'occupe surtout des détails histologiques et beaucoup moins de la morphologie générale de l'angle irien qui seule nous intéresse pour le moment ; il ne dit du reste rien de nouveau à ce dernier point de vue. Mais il donne de l'angle

irien chez l'orang un dessin exact, évidemment dessiné d'après une préparation, où cependant les détails histologiques ne sont pas figurés. La région est à peu près identique à celle de l'homme.

Heisrath reprend en 1880 le travail de Schwalbe. Comme lui il injecte les veines ciliaires antérieures par la chambre antérieure, puis cherche le chemin suivi par l'injection et à ce propos reprend l'anatomie de l'angle irien. Il la résume de la façon suivante :

« Chez l'homme le bord de l'iris est très loin de la membrane de Descemet, la limite de la chambre antérieure se trouve donc reculée et le tissu à grosses mailles de l'œil du bœuf réduit au minimum ; il ne se compose plus que de quelques fibres tassées les unes contre les autres. Waldeyer signale que dans quelques cas chez l'homme on trouve dans l'angle irien une à deux grosses travées pigmentées constituant des mailles qui représentent les espaces de Fontana. Heisrath n'a rien pu trouver de semblable sur des coupes de plus de vingt yeux..... Au contraire, le réseau à mailles fines situé contre la sclérotique est relativement très développé chez l'homme. L'espace réticulé de l'angle irien principalement constitué par le tissu à fines mailles (chez l'homme) n'est pas l'analogue de ce que l'on avait appelé primitivement canal de Fontana. Cette dénomination ne doit donc pas être employée chez l'homme..... En somme il n'y a jamais de canal de Fontana au sens propre du mot canal. Il est préférable de laisser tomber les anciennes opinions et les anciennes désignations. »

Ainsi dans ce travail de Heisrath on voit se développer une idée dont l'origine première paraît s'être ébauchée

surtout chez Waldeyer. C'est que le ligament pectiné des animaux ne se retrouve chez l'homme qu'à l'état de rudiment inconstant, que le tissu à petites mailles est au contraire particulièrement développé chez lui... qu'il y a en définitive dans l'angle irien deux ordres de tissus démontrables par l'anatomie comparée chez tous les mammifères. Heisrath n'est pas suffisamment explicite quand il dit que le bord de l'iris est très loin de la membrane de Descemet et que la limite de la chambre antérieure se trouve reculée chez l'homme. Il comprend bien que la cause en est dans la disparition des grosses travées pectinées, mais ne voit pas encore que l'angle de la chambre antérieure suivant qu'il est ou non rempli par le ligament pectiné change simplement de physionomie sans que les limites rèelles de la chambre antérieure se soient modifiées.

Il est absolument dans le vrai quand il demande de laisser tomber les vieilles opinions et les vieux noms. La conception erronée et la désignation sans précision aucune de canal de Fontana ont jusqu'ici assez embrouillé les idées pour qu'il soit temps d'en finir avec elles.

Le second travail de Königstein paru la même année (1880) et dans le même numéro des *Archives de Græfe*, est excellent au point de vue particulier du canal de Schlemm. Mais il ne dit rien de spécial sur les systèmes réticulés de l'angle irien.

La notice historique placée à la fin de son travail est très intéressante. Il a trouvé d'anciens auteurs tels que Kieser et Krohn que nous n'avons vus cités que par lui.

Dans son travail publié en 1881 dans les *Archiv. für mikroskopische Anatomie*, Angelucci s'occupe surtout du développement de la chambre antérieure et de l'angle

irien; nous aurons à revenir sur ses idées à ce sujet. Comme ses devanciers immédiats — et dès cette époque la chose paraît définitivement admise par les anatomistes — il sait que les gros prolongements iriens du cheval et du chien sont représentés chez l'homme mais à l'état d'organes rudimentaires. Il signale en outre ce fait que les travées du réticulum scléro-cornéen faisant suite aux fibres méridionales du muscle ciliaire, sont plus développées chez l'homme que chez n'importe quel animal.

Dans le dessin qu'il donne de l'angle irien de l'homme adulte, les figures en bâtonnets plus ou moins allongés fournies par les coupes des trabécules scléro-cornéennes, sont représentées comme des îlots ovales, complètement séparés les uns des autres.

Ce n'est pas là évidemment une représentation exacte des faits, mais c'est une interprétation qui exprime relativement bien la réalité.

Fr. Merkel, dans son *Manuel d'anatomie topographique*, (1885-90), comprend bien le ligament pectiné rudimentaire de l'homme : « l'angle irien, c'est-à-dire l'endroit où l'iris et la membrane externe de l'œil se rencontrent, est rempli par les travées tout à fait sans importance du ligament pectiné. On ne peut vraiment pas chez l'homme parler d'un espace de Fontana, bien développé dans l'œil de certains animaux par suite de la présence d'un système de trabécules volumineuses entre l'iris et la terminaison de la cornée ».

Sa figure 140 est une bonne coupe d'ensemble de la région de l'angle irien ; elle a été certainement dessinée d'après une préparation et non pas imaginée comme tant d'autres. Le tissu qui forme la paroi postérieure du canal

de Schlemm est assez bien figuré avec les champs ovoïdes qui représentent les coupes transversales des travées.

Ce qu'il appelle ligament pectiné est bien le vrai ligament pectiné dans le sens de Hüeck.

En 1886, dans le chapitre *Glaucome* de son *Traité complet d'ophtalmologie*, M. de Wecker publie deux figures faites sur des préparations de Waldeyer, et représentant l'une une vue d'ensemble de l'angle irien (fig. 148), l'autre une vue plus détaillée de la même région à un fort grossissement (fig. 149). Toutes deux sont bonnes et évidemment dessinées d'après nature. La figure 148 montre une travée libre allant de l'iris au système trabéculaire scléro-cornéen, et représentant un vestige chez l'homme du ligament pectiné des animaux.

La figure 149 correspond à peu près à notre figure V, à laquelle il est intéressant de la comparer. Le canal de Schlemm est fort bien figuré avec ses crêtes saillantes dans sa cavité. Le réticulum scléro-cornéen bien dessiné en certains points est, dans la plus grande partie de son étendue, simplement représenté par des faisceaux fibrillaires tassés les uns contre les autres et semés de noyaux.

Dans son *Manuel de l'anatomie de l'œil* paru en 1887, Schwalbe résume, sans rien y ajouter de nouveau, ce qui dans son premier travail avait trait aux systèmes trabéculaires.

Il donne de la région de l'angle irien une figure entièrement schématique, pouvant faire comprendre la topographie de la région, mais n'apprenant rien sur sa structure histologique.

---

## CHAPITRE II

### Historique du canal de Schlemm et de la rainure sclérale.

Schlemm ayant précisé la situation du canal veineux et l'ayant nettement distingué des espaces de Fontana, F. Arnold (1882) et Huschke, d'après Leber, démontrent qu'il communique avec les veines ciliaires antérieures. Retzius (1834) retombe dans une erreur déjà commise par Arnold en admettant que les veines iriennes débouchent dans le canal de Schlemm.

En 1847, Brücke insiste à nouveau sur la complète différence des canaux de Schlemm et de Fontana.

En 1856, paraît le remarquable travail de Ch. Rouget que nous fait connaître Leber lui-même dans sa notice historique des *Archives de Græfe* de 1880.

« Un réseau vasculaire très riche, dit Rouget, occupe la partie antérieure de la sclérotique au pourtour de la cornée..... il communique avec le réseau de sinus capillaires qui occupe le sillon correspondant à l'union de la sclérotique avec la cornée. De ce réseau émergent les veines ciliaires antérieures... . Dans le sillon les mailles deviennent allongées transversalement et deviennent tout à fait linéaires. Elles semblent alors ne former qu'un vaisseau unique (canal de Schlemm). Ce plexus n'a

aucune communication avec les vaisseaux iriens et appartient exclusivement au système vasculaire de la sclérotique et de la cornée. Il n'est donc pas, comme le veut Sappey, le confluent unique des veines de l'iris. »

Ce n'est donc pas plexus ciliaire de Leber qu'il faudrait dire pour désigner le canal de Schlemm, c'est plexus de Rouget-Leber. Les anatomistes français tout au moins devraient adopter cette modification de nom.

Leber a publié sur les vaisseaux de l'œil et les courants intra-oculaires toute une série de travaux. Ses premières publications remonteut à 1865. Au point de vue des injections vasculaires, il faut lui reconnaître une autorité particulière. Sans connaître les travaux antérieurs de Rouget il a établi la situation du canal de Schlemm qu'il comprend d'une manière un peu spéciale, sa nature plexiforme, ses anastomoses :

« La couronne veineuse découverte par Schlemm, située à la terminaison antérieure de la sclérotique, tout près de sa face interne, quelque peu en avant et en dehors de l'insertion du muscle ciliaire, est séparée de la chambre antérieure par le ligament pectiné. *Elle est en dehors de la rainure sclérale.* (Ici Leber s'écarte de l'opinion de Schwalbe, de Waldeyer et, croyons-nous, de la vérité.)

..... Le cercle veineux consiste généralement en une veine large de 1/4 de millim., aplatie, à parois très minces, presque partout accompagnée d'une ou plusieurs petites veines qui se détachent d'elle pour la rejoindre après un court trajet. La grosse veine peut aussi se diviser en un certain nombre de branches plus fines..... Le caractère plexiforme de cette couronne vasculaire n'est pas égale-

ment développé dans tous les yeux. Il est surtout marqué dans les points où elle reçoit des veines émanées du muscle ciliaire..... Le cercle ciliaire se laisse injecter aussi bien par les artères que par les veines. »

Nous reviendrons plus tard sur la situation en dehors de la rainure sclérale attribuée par Leber au canal de Schlemm et nous verrons que cette opinion est due, vraisemblablement, à ce que plexus ciliaire n'est pas exactement synonyme de canal de Schlemm.

Henle dans sa première édition (1866), désigne le canal de Schlemm sous le nom de *sinus veineux de l'iris*. Ce nom peut prêter à confusion, en ce sens que le terme de sinus veineux de l'iris a été, croyons-nous, tout d'abord appliqué par Hovius (1716) à une veine circulaire de la périphérie de l'iris chez le bœuf. Zinn (1755) confirme la description de Hovius et montre que ce vaisseau n'existe pas chez l'homme, du moins sous la forme d'un cercle complet. Quant à ce que Henle désigne sous le terme de sinus veineux de l'iris, c'est indiscutablement le canal de Schlemm, il en donne un très bon dessin dans sa figure précitée (fig. 494 de la 2e édit.). La description est également précise.

« Le sinus veineux de l'iris est une veine concentrique au bord de la cornée, quelquefois subdivisée, dont la lumière est immédiatement limitée par 3 ou 4 couches d'une membrane élastique à fibres fines, semblable à la membrane interne des vaisseaux. »

Henle veut sans doute désigner ainsi la fine paroi propre du canal de Schlemm, qui d'après nous, sépare sa cavité des lacunes intertrabéculaires (c. fig. V).

Iwanoff et Rollet, dont le travail (1869) a beaucoup contribué à la connaissance des systèmes réticulés, distinguent parfaitement le canal de Schlemm des espaces de Fontana et le considèrent comme une veine. De plus, ils ajoutent une notion nouvelle d'anatomie comparée; dans l'œil de l'aigle ils figurent et décrivent d'une façon exacte, une grosse veine qui correspond au canal de Schlemm tel que nous le connaissons actuellement chez les oiseaux, et qu'eux-mêmes considèrent comme l'analogue du plexus ciliaire ou canal de Schlemm.

Donders qui déjà faisait naître le système de fibres striées qui porte son nom de la paroi externe du canal de Schlemm, devait par cela même connaître ce canal. Enfin Iwanoff et Rollet sont les premiers qui aient tenté des injections en introduisant une canule soit dans la chambre antérieure, soit dans les espaces de Fontana, mais ils n'ont obtenu aucun résultat.

L'année suivante, Schwalbe, dans son travail déjà cité, « recherchant les voies vasculaires par lesquelles s'écoule l'humeur aqueuse quand la pression augmente dans la chambre antérieure », fait dans celle-ci des injections de bleu de Berlin soluble, et voit se dessiner en bleu les veines ciliaires antérieures. De là, toute une théorie nouvelle sur les communications de la chambre antérieure avec le système veineux et sur la nature du canal de Schlemm, organe de cette communication.

Schwalbe s'est servi dans ses recherches surtout des yeux du porc et aussi de ceux de l'homme, du chien, du lapin et du cheval. Avec une seringue chargée d'une solution aqueuse de bleu de Prusse et munie d'une canule

de Pravaz, il injecte par piqûre la chambre antérieure sous une pression de 30 à 50 millim. de mercure; presque immédiatement se dessine autour de la cornée un anneau bleu constitué par de fins vaisseaux anastomosés et duquel partent en arrière des vaisseaux qui suivent le trajet des muscles droits, en avant un troisième réseau sous-conjonctival. Les vaisseaux injectés ne sont pas des lymphatiques, ils s'en distinguent par leur trajet direct, tandis qu'ils se rapprochent des veines par leur mode de ramification. Les artérioles ne sont pas injectées; mais s'agirait-il de l'injection de gaines lymphatiques périvasculaires? Non, car les coupes microscopiques d'un limbe scléral ainsi injecté, montrent la masse à injection dans la lumière même des veinules. De plus, si l'on pratique des injections diversement colorées à la fois par la chambre antérieure et les artères on retrouve les deux masses injectées dans les mêmes vaisseaux sanguins. Chemin faisant Schwalbe signale la difficulté qu'il y a à réussir des injections vasculaires au nitrate d'argent par la chambre antérieure : il se forme des précipités qui ferment le passage à l'injection.

Étant bien démontré que les vaisseaux injectés par la chambre antérieure sont des veinules, il s'agit de prouver qu'elles ne se remplissent ni par déchirure ni par diffusion de la matière injectée, mais bien par des ouvertures normales qui les mettent en communication directe avec la chambre antérieure. Pour cela une analyse exacte des conditions dans lesquelles l'injection a lieu est nécessaire. Schwalbe essaie d'abord les injections sous pression faible et progressivement croissante. Sur

des yeux de porc morts depuis deux heures il a pu obtenir l'injection des veines sous 14 millim. de mercure, mais généralement il fallait 20 millim.

Dans une seconde série d'expériences il emploie des pressions très variées, de 20 à 276 millim. de mercure ; il a eu généralement un résultat positif ; sauf en employant d'emblée une forte pression (200 millim.), auquel cas en général, mais non toujours, aucune injection ne se produit.

Quant au temps nécessaire à l'injection, Schwalbe le considère comme étant en raison inverse de l'élévation de la pression. Mais cette relation varie d'une façon surprenante avec les différents yeux.

L'état de l'œil à injecter est un 3e facteur d'une grande importance. Les expériences précitées se rapportent à des yeux morts depuis 1 à 3 heures. Avec des yeux datant de plus de 12 heures l'injection se fait dans tous les cas, sous n'importe quelle pression, plus vite que sur des yeux frais. Au contraire avec des yeux de chèvre et de lapin l'injection faite immédiatement après la mort ne se fait que sous une pression bien supérieure à 20 millim. et encore beaucoup plus tard que dans tous les autres cas cités.

Il y aurait en outre, d'après Schwalbe, des différences individuelles qu'il ne se hasarde pas à expliquer.

En définitive, d'après l'auteur, si une déchirure des tissus est admissible avec les hautes pressions, elle ne l'est certainement pas quand l'injection se produit sous une pression faible.

Passant à la seconde hypothèse : possibilité d'une

injection des vaisseaux par diffusion à travers leurs parois, Schwalbe la rejette, en faisant remarquer que dans les injections sous pression très forte des gouttelettes de liquide *incolore*, c'est-à-dire filtré par les tissus, viennent sourdre au niveau du limbe. Donc les tissus ne se laissent traverser que par la partie aqueuse de l'injection et ne se laissent pas traverser par la masse bleue.

Après cette discussion des hypothèses contraires à celle d'une communication ouverte entre la chambre antérieuree et les veines ciliaires, Schwalbe conclut que c'est bien cette dernière qu'il faut admettre. Mais on se trouve alors en présence du fait singulier de l'abouchement d'un grand espace lymphatique avec une région périphérique du système veineux. La chambre antérieure est en effet pour lui un espace lymphatique, l'humeur aqueuse n'étant, tout comme la lymphe, autre chose que le liquide qui transsude des vaisseaux et baigne les tissus ambiants. Rien d'étonnant à ce que l'humeur aqueuse, lymphe d'une source spéciale, n'ait pas la même composition chimique et anatomique que la lymphe des voies collectrices.

L'abouchement d'un sac lymphatique dans les veinules n'est pas du reste un fait sans analogues en anatomie comparée. Schwalbe rappelle ici le sinus caudal lymphatique des poissons s'abouchant avec l'extrémité de la veine caudale et de telle sorte qu'une valvule empêche l'irruption du sang veineux dans le domaine lymphatique; il cite en outre l'abouchement direct dans les veines périphérique des cœurs lymphatiques des amphibies et des reptiles.

« Nous voyons donc, ajoute Schwalbe (et ici nous le traduisons littéralement), que les anastomoses du système veineux et du système lymphatique chez les vertébrés présentent des dispositions très diverses : l'abouchement peut se faire soit à la périphérie du système sanguin, soit près du cœur. Mais des rapports de pression dans les deux systèmes de vaisseaux il résulte que la lymphe ne peut pénétrer dans le courant sanguin que là où la pression sanguine est moins forte que la pression lymphatique. Cela nous explique pourquoi les troncs lymphatiques s'abouchent dans les veines près du cœur, là où le plus souvent la pression est presque négative. Vers la périphérie la pression croît aussi bien dans les vaisseaux sanguins que dans les lymphatiques, mais plus vite dans les premiers. La pression dans les lymphatiques étant plus faible vers la périphérie du corps, il en résulte qu'en ce point les vaisseaux et espaces lymphatiques habituels ne peuvent vider leur contenu dans les veines, mais doivent donner naissance à de gros troncs lymphatiques. Mais il en est autrement avec la chambre antérieure. La pression qui y règne (20 à 30 millim.) est si forte qu'un écoulement dans les veines est facile. Cet écoulement est même nécessaire quand la chambre antérieure conserve sa profondeur et n'est pas réduite à un espace lymphatique en forme de fente. Admettrons-nous qu'elle se vide dans les lymphatiques ? Mais alors, par suite de la forte pression qu'elle possède elle se videra rapidement sans que les liquides exsudés du sang puissent combler ce déficit ; la cornée perdrait sa courbure normale, la vision serait impossible. Mais l'abou-

chement de la chambre antérieure dans les veines assure la conservation nécessaire à la vision de la courbure normale de la cornée. »

Après ces ingénieuses considérations physiologiques, Schwalbe passe à l'étude anatomique du canal de Schlemm.

Il décrit d'abord la rainure sclérale dont la notion date au moins de Schlemm lui-même et peut-être de Fontana.

Schwalbe pose en quelque sorte en principe que le canal de Schlemm est toujours situé au fond de cette rainure qui constitue sa paroi externe, l'interne étant formée par les plaques élastiques émanées de la membrane de Descemet.

Exprimant la même idée sous une autre forme, il dit encore que les plaques élastiques passant au-dessus de la rainure sclérale la transforment en canal de Schlemm. Que ce canal soit situé au fond de la rainure sclérale, c'est en effet certain; cependant l'opinion de Schwalbe a pour nous quelque chose de trop absolu en ce sens que sous la forme un peu précise qu'il lui donne elle le conduit à considérer le canal de Schlemm comme un organe tout à fait différent des veinules qui l'entourent et sont comprises dans le tissu scléral compact, et comme analogue au contraire aux lacunes du tissu trabéculaire. Leber avait déjà établi qu'à son point de vue, plexus ciliaire veineux et canal de Schlemm étaient la même chose. Schwalbe veut au contraire que ce soient deux systèmes vasculaires différents, et cela parce qu'il trouve en dehors du canal de Schlemm de petites veines qu'il assimile au plexus ciliaire de Rouget-Leber et qui ne satisfont

pas à sa définition du canal de Schlemm, comme étant situées dans l'épaisseur de la sclérotique.

Toute cette critique faite par Schwalbe, des idées de Leber, prend presque tous ses arguments dans l'examen de coupes méridionales très défectueuses et obtenues par un mauvais procédé : le desséchement après action de l'alcool. Il n'est pas étonnant que Schwalbe lui-même, n'ait pu avec cette méthode surmonter toutes les difficultés du sujet.

Au moyen de dissociations il croit s'être assuré que la paroi interne du canal de Schlemm est formée par une des lames élastiques perforées, émanées de la membrane de Descemet. Ces perforations établiraient la communication entre la chambre antérieure et le canal de Schlemm.

Schwalbe a cherché à se rendre compte du chemin suivi par l'injection au moyen de coupes de pièces injectées au bleu de Prusse. Cette méthode lui montre tout d'abord que le réseau trabéculaire émané de la membrane des Descemet est rempli par le bleu et communique par conséquent avec la chambre antérieure. Des mailles du réseau part une strie bleue qui aborde par son extrémité antérieure le canal de Schlemm également rempli par la masse à injection. La chambre antérieure est donc en communication avec ce canal par le fin système de lacunes et de fentes comprises entre les mailles du système trabéculaire. En dehors du canal de Schlemm dans l'épaisseur de la sclérotique on voit quelques coupes de vaisseaux injectés et quelquefois même un de ces vaisseaux part de l'extrémité postérieure du canal de

Schlemm; il s'agit ici de veinules, les artérioles ne sont pas injectées. On ne remarque sur de telles préparations aucun vaisseau correspondant en quelque manière au plexus de Leber. Tel est le résumé de ce que dit Schwalbe à ce sujet, malheureusement les figures qu'il donne ne sont nullement probantes : ce sont des dessins macroscopiques où aucun détail histologique n'étant représenté il est impossible de discerner le chemin suivi par l'injection.

Étant admis que la chambre antérieure est une cavité lymphatique en communication avec les veines, où cessent les voies lymphatiques, où commencent les veines? Schwalbe a fait pour trancher la question des injections par les artères, dans lesquelles malgré une réplétion complète des vaisseaux de la sclérotique identique à celle obtenue par la chambre antérieure, le canal de Schlemm n'était pas injecté.

En revanche le plexus de Leber était plus ou moins complètement rempli. Schwalbe en conclut que les vaisseaux intra-scléraux s'injectant aussi bien par la chambre antérieure que par les artères sont des vaisseaux sanguins.

Quant au nouvel argument sur la distinction à établir entre le plexus de Rouget-Leber et le canal de Schlemm dont le premier s'injecte par les vaisseaux sanguins à l'inverse du second, il faudrait, pour pouvoir critiquer cette assertion de Schwalbe, qu'il eût donné des figures représentant ce qu'il a vu. Nous verrons du reste plus tard que le canal de Schlemm n'est sans doute qu'une partie du plexus de Rouget-Leber. Schwalbe est d'avis que le

canal de Schlemm contient pendant la vie de la lymphe et non du sang, malgré qu'on y en ait trouvé dans certains états pathologiques. C'est un canal lymphatique en communication avec le plexus ciliaire veineux par des vaisseaux anastomotiques.

La nature de ces derniers est intimement liée à la question de savoir s'il faut ou non admettre des valvules à la limite des voies lymphatiques et sanguines; ces valvules marqueraient évidemment le point de séparation des deux systèmes.

Par les procédés histologiques Schwalbe n'a rien pu constater touchant ces valvules. Mais le fait de la facile irruption du sang dans le canal de Schlemm (pendus, etc...,) la possibilité d'injecter la chambre antérieure par les artères après ligature des veines ou après évacuation du contenu de la chambre antérieure, le portent à rejeter l'existence de pareilles valvules. Si normalement le sang ne pénètre pas dans le canal de Schlemm, c'est que le courant liquide est dirigé de la chambre antérieure vers les veines.

Tel est le résumé des originales conceptions de Schwalbe sur le canal de Schlemm.

Leur hardiesse provoque rapidement de nombreuses recherches de contrôle. Leber, plus directement mis en cause, répondit en 1873 dans ses études sur les courants liquides à l'intérieur de l'œil.

Dès 1863 il avait, chez Ludwig, réussi des injections des vaisseaux ciliaires par la chambre antérieure au moyen d'une masse au carmin, *masse diffusible*, et même, mais très accidentellement, avec le bleu de Prusse

qui ne diffuse pas. Mais dans ce dernier cas il avait expliqué par des déchirures la présence du bleu dans les veines. Il fait remarquer en outre que si la communication admise par Schwalbe existait, une paracentèse de la cornée serait suivie d'épanchement de sang dans la chambre antérieure. Enfin il a repris avec Riesenfeld une série d'expériences de contrôle.

Avec le bleu de Prusse sur des yeux absolument frais il n'a jamais pu obtenir d'injection des veines par la chambre antérieure. Les résultats sont donc absolument différents de ceux de Sœmisch. Il fait enfin son *experimentum crucis*: injectant dans la chambre antérieure un mélange de carmin et de bleu de Prusse il obtient une injection des veines par le carmin seul, c'est-à-dire par le seul élément du mélange qui traverse par diffusion les parois vasculaires. C'est donc pour lui par diffusion seulement et non à travers des orifices normaux que se font les injections veineuses par la chambre antérieure.

L'année suivante (1874) Waldeyer dans son article déjà cité de Græfe-Schmis se range à l'avis de Schwalbe sur presque tous les points. Comme lui, il voit dans le canal de Schlemm un lymphatique ouvert dans la chambre antérieure et faisant partie du système lacunaire du tissu trabéculaire. Comme Schwalbe encore il considère le plexus ciliaire de Rouget-Leber comme différent du canal de Schlemm. Waldeyer se trompe quand il croit que le canal de Schlemm fait défaut chez le porc ; il est seulement plus difficile encore à distinguer des lacunes du réticulum scléro-cornéen que celui de l'homme (voyez fig. II).

En 1876, Leber dans l'article *Vaisseaux de l'œil*, du Græfe-Sœmisch, résume les publications antérieures sur le plexus ciliaire veineux et donne d'excellentes figures de préparations injectées et étudiées à plat. Il ne dit du reste rien que nous ne sachions déjà sur sa manière de voir.

En 1880, Heisrath et Königstein reprennent en même temps, mais indépendamment l'un de l'autre, la question de la nature et des anastomoses du canal de Schlemm.

Heisrath arrive à injecter au bleu de Prusse d'une façon constante les veines ciliaires antérieures par la chambre antérieure, en employant une pression de 14 millim. de mercure et des yeux fraîchement énucléés.

La double injection de carmin et de bleu de Prusse lui a donné des résultats différents de ceux de Leber en ce sens que les deux masses ont pénétré dans les vaisseaux. Heisrath a ensuite fait des injections dans la chambre antérieure d'animaux vivants immobilisés par le curare (grenouille) ou par le chloral (chat, lapin). La tension du sang en circulation est ici un obstacle à l'injection. Cependant des yeux de mammifère injectés pendant une heure sous une pression de 30 millim. de Hg. montraient au microscope une belle injection vasculaire. Mais fréquemment Heisrath n'obtenait ainsi que des injections partielles et fragmentées.

A cette occasion faisons remarquer une fois pour toutes que jamais les procédés d'injection de la chambre antérieure sur le vivant, employés jusqu'ici, n'ont réalisé les conditions physiologiques. Dès qu'une canule à traversé la cornée la chambre antérieure cesse d'être un espace

fermé comme à l'état normal, il se fait toujours un suintement de liquide autour de la canule. Dans ce cas, alors même qu'un appareil à pression continue maintient celle-ci à 30 millim. Hg. les courants et les filtrations intraoculaires peuvent très bien être modifiés par suite du suintement autour de la canule.

Enfin, comme le remarque très bien Heisrath lui-même, des précipités se forment dans la chambre antérieure et s'opposent à une filtration normale du liquide injecté.

Indépendamment des expériences précitées, Heisrath a fait en outre des injections de matières pulvérulentes en suspension : il est d'avis qu'elles passent dans les vaisseaux tout comme le bleu de Prusse.

Les déchirures de tissus d'après lui, ne se font pas facilement et on peut les éviter à coup sûr en introduisant dans la chambre antérieure une quantité de bleu soluble seulement égale à celle d'humeur aqueuse retirée. Dans une telle expérience il y avait au bout de 4 heures des traces de bleu dans les veines, or la diffusion ne saurait exister avec le bleu de Prusse.

Il y a donc pénétration par des voies ouvertes, ce que confirme le passage d'éléments figurés.

Au sujet de la détermination du canal de Schlemm, Heisrath prétend que si Waldeyer et Schwalbe voient dans ce canal, contrairement à Leber, quelque chose de distinct du canal veineux, c'est qu'ils ne définissent pas la rainure sclérale de la même façon que lui.

Elle ne serait pour Leber que l'échancrure peu profonde qui commence immédiatement derrière le bord de

la membrane de Descemet et se trouve remplie par le réticulum à petites mailles, tandis que Schwalbe et Waldeyer la prolongent plus en arrière jusqu'au point occupé par le canal de Schlemm.

Pour que l'on puisse juger ces deux appréciations diverses, rappelons que la rainure sclérale n'est obtenue que par un artifice de préparation, de même que l'anneau limitant postérieur de Schwalbe. Elle n'est autre chose que le sillon déterminé immédiatement en avant du tendon du muscle ciliaire par l'arrachement de la bandelette réticulée.

Que sur notre figure V on supprime par la pensée le tissu réticulé scléro-cornéen, la face interne de la sclérotique sera en ce point entamée par un sillon à section triangulaire qui représentera la rainure sclérale. Quant au canal de Schlemm il est bien situé comme le veulent Schwalbe et Waldeyer au fond de la rainure ainsi comprise. Mais Schwalbe a tort, comme le fait bien remarquer Heisrath, quand il veut que le fond de cette rainure constitue nécessairement la paroi externe du canal. Il y a là une pétition de principe qui n'est pas justifiée.

En définitive Heisrath admet et reproduit la définition de Leber, mais il la modifie en ceci que le canal de Schlemm n'est pour lui qu'une partie du plexus de Leber, ce dernier comprenant dans son plexus non seulement le canal, mais encore les veinules que l'on trouve tout près de lui dans le tissu compact de la sclérotique.

Nous sommes portés à croire que Heisrath, ici encore, est dans le vrai. Quant à la paroi interne du canal, elle

serait constituée par un tissu très lâche différent d'une paroi vasculaire ordinaire.

On trouve fréquemment du sang dans le canal de Schlemm, mais s'il manque dans beaucoup de cas, il ne faut pas s'en étonner puisque les veinules juxtaposées en sont généralement vides.

Du reste, il suffit de placer un cadavre la tête en bas, les yeux plongés dans le liquide de Müller, pour que les coupes ultérieurement faites permettent de constater du sang dans le canal de Schlemm.

D'après Heisrath il y a *habituellement* du sang pendant la vie dans le canal de Schlemm; cependant la structure fenêtrée de sa paroi interne crée une voie d'excrétion facile pour l'humeur aqueuse, qui peut dès lors remplir le canal. Il est probable que le canal de Schlemm n'est pas séparé des veinules par des valvules puisqu'il contient souvent du sang.

Les substances non diffusibles pénètrent dans le canal de Schlemm à travers le tissu réticulé et la paroi interne fenêtrée du canal, et de là dans les veines ciliaires antérieures.

En somme Heisrath arrive à ces conclusions, que le canal de Schlemm fait partie du plexus de Leber — à ce titre il est donc une veine — qu'il contient habituellement du sang pendant la vie. Mais c'est une veine toute particuliére en ce que sa paroi interne est fenêtrée et qu'il peut par là se laisser envahir par l'humeur aqueuse.

Heisrath donne de la région du canal de Schlemm injecté une figure dessinée à un assez fort grossissement. Mais malgré cela il n'est guère plus facile d'y suivre d'une

façon précise le chemin parcouru par la masse injectée, que dans les figures de Schwalbe.

Königstein (1880) a le grand mérite de s'être adressé surtout au canal de Schlemm des oiseaux, beaucoup plus facile à étudier que celui des mammifères.

Leuckart, d'après lui, a méconnu le canal de Schlemm de la poule ; mais ce que ne dit pas Königstein, c'est que Iwanoff et Rollet avaient parfaitement décrit et figuré, en 1869, celui de l'aigle.

En revanche, il signale ce fait intéressant que le large canal de Schlemm de la poule n'est représenté dans le secteur inféro-interne de l'œil que par deux ou trois petites veinules.

Passant à la méthode des injections, il dit n'avoir pu chez la Poule injecter le canal par les artères, alors que les petits vaisseaux qui l'entourent sont bien remplis.

Des injections dans la chambre antérieure d'asphalte dissous dans le chloroforme lui ont donné une injection vasculaire le canal étant resté vide.

Königstein a réussi à injecter la lumière même du canal de Schlemm mais sur des yeux déjà durcis dans le Müller ou l'alcool, ce qui s'éloigne évidemment des conditions physiologiques. Il a, par ce moyen, constaté la présence de vaisseaux afférents et efférents ; il ne dit pas si le liquide s'écoule ou non dans la chambre antérieure.

Il est le premier et peut-être le seul qui ait obtenu des nitratations des parois du canal. Les vaisseaux débouchant dans le canal lui ont ainsi montré des dilatations ampullaires analogues à celles des lymphatiques, car en injectant du bleu de Prusse dans le canal et du carmin

dans l'aorte on trouvait ces soi-disant lymphatiques remplis par un mélange des deux masses.

Cependant, ce n'est qu'avec des têtes de poules tuées au moins depuis 24 heures que Königstein a pu obtenir une injection du canal de Schlemm lui-même.

La question de pression dans la chambre antérieure aurait de l'importance, le canal s'injectant quand celle-ci est vidée, et non dans le cas contraire.

En somme le canal de Schlemm de la poule est une veine. Il en est de même chez l'homme; la description qu'en donne Königstein ne présente rien de particulier. Chez l'homme aussi il a réussi des nitratations qui lui ont montré l'endothélium du canal formé de cellules allongées suivant l'axe de celui-ci. La paroi externe du canal est criblée d'orifices vasculaires dans lesquels se continue la gaine endothéliale.

Les injections de la chambre antérieure faites sur des yeux frais n'ont jamais donné à Königstein les résultats de Schwalbe, sauf en employant des pressions brusques, auquel cas il se produisait des déchirures.

L'auteur a généralement réussi à injecter le canal de l'homme par les artères quand la chambre antérieure avait été préalablement ouverte et non dans le cas contraire.

Il conclut que le canal de Schlemm est bien chez l'homme un plexus veineux. Chez le vivant il contient, non de la lymphe mais du sang puisqu'il se laisse si facilement injecter par les artères.

Königstein termine par un historique fort intéressant dont nous avons déjà parlé.

La même année encore (1880), Leber donne sa notice historique sur le cercle ou plexus veineux ciliaire. C'est là qu'il fait connaître les anciens travaux de Rouget ; nous en avons parlé d'après ses citations.

A part cet important document historique, la note de Leber ne présente rien que nous ne sachions déjà.

Dans son *Manuel de l'anatomie des organes des sens*, paru en 1887, Schwalbe modifie quelque peu son opinion première au sujet du canal de Schlemm. Il admet bien maintenant que ce soit un système veineux particulier annexé sous forme de diverticule aux branches perforantes des veines ciliaires antérieures, mais de façon telle que le sang veineux du muscle ciliaire ne s'y déverse pas dans les conditions normales. De telle sorte le canal de Schlemm serait habituellement vide de sang et n'en recevrait que quand la pression augmente considérablement dans les veines ciliaires antérieures (strangulation, etc.).

Quant à la pénétration des injections de substances non diffusibles dans le canal de Schlemm, elle doit s'expliquer par des dispositions particulières que l'on peut rechercher soit dans des stomates de sa membrane endothéliale, soit dans les lignes de ciment intercellulaires de l'endothélium.

En somme, rien de bien nouveau dans ce dernier travail de Schwalbe. Il veut bien admettre que le canal de Schlemm est une veine, mais pour lui cette veine est vide de sang.

Il est moins affirmatif sur l'existence de perforations de la paroi interne du canal de Schlemm que dans son tra-

vail de 1870, puisqu'il va jusqu'à admettre que la pénétration dans ce canal du bleu de Prusse injecté dans la chambre antérieure pourrait bien se faire à travers les lignes de ciment de son endothélium. Cette hypothèse explique difficilement la rapidité de l'injection.

En somme, Schwalbe paraît avoir ici modifié son opinion d'après le courant d'idées actuel, plutôt que s'être livré à des recherches nouvelles.

Dans l'historique qui suit le chapitre précédent il explique pourquoi Leber et lui ne sont pas entièrement d'accord sur la nature plexiforme du canal de Schlemm. Leber comprend dans son plexus ciliaire non pas seulement le canal de Schlemm lui-même, mais aussi quelques veinules situées immédiatement en dehors de lui dans le tissu compact de la sclérotique. Schwalbe au contraire ne nomme canal de Schlemm que le vaisseau souvent unique situé au fond de la rainure sclérale. C'est l'explication déjà fournie par Heisrath. Mais ici nous nous rattachons tout à fait à l'avis de Schwalbe : on ne doit désigner sous le nom de canal de Schlemm que le sinus vasculaire aplati dont la paroi interne est en relation immédiate avec le système trabéculaire scléro-cornéen.

En 1891 paraît un travail de Karl Mérian, publié par les soins de His longtemps après la mort de l'auteur. En réalité ce travail date de 1871, c'est par conséquent le premier travail de contrôle du grand mémoire de Schwalbe. Mérian n'a réussi à remplir les veines ciliaires par la chambre antérieure que dans 1/10 des cas seulement, toujours chez le porc et sous forte pression. Il n'a pas obtenu d'autres résultats même avec le carmin, ce qui

prouve seulement qu'il s'est servi d'un carmin ayant d'autres propriétés que celui de Leber.

Il se refuse à admettre la distinction admise par Schwalbe entre le canal de Schlemm et le plexus de Leber.

## CHAPITRE III

### Physiologie de l'angle irien et du canal de Schlemm. Historique.

A côté des anatomistes qui ont demandé à l'œil mort la solution du problème des voies d'excrétion de l'humeur aqueuse, un certain nombre de physiologistes ont expérimenté sur l'œil vivant. Nous ferons remarquer que ces expériences ne se rapportent à notre sujet que dans la mesure où elles nous renseignent sur le mode de passage des liquides ou des éléments figurés dans le canal de Schlemm.

Calberla (1874) est, croyons-nous, le premier qui ait étudié le mode de résorption d'une substance pulvérulente injectée dans la chambre antérieure. Il introduit à cet effet dans la chambre antérieure d'un lapin du sang d'un autre lapin tué par injection de cinabre dans les veines, sang par conséquent chargé de grains de cinabre. Le sang injecté s'étant résorbé au bout de deux jours il étudie l'œil énucléé sur des coupes et trouve que la plupart des grains de cinabre sont arrêtés dans le tissu de l'espace de Fontana. On en trouve en outre dans le stroma des vaisseaux de l'iris et du corps ciliaire jusqu'à l'ora serrata. Ces expériences semblent très con-

cluantes à Calberla et lui paraissent confirmer la manière de voir de Leber. En somme, son mémoire est trop bref et peu explicite.

En 1877, paraît un bon travail de Brugsch. Cet auteur introduit dans la question un élément nouveau et important. Les grains colorés injectés dans la chambre antérieure, sont englobés par des cellules migratrices qui cheminent ensuite dans les interstices des tissus, sans suivre de voies préformées. En conséquence, les expériences ainsi faites n'apprennent rien sur les voies d'excrétion normales de l'humeur aqueuse. Nous sommes absolument de l'avis de Brugsch : du moment qu'il s'agit non plus de corps inertes, les grains d'encre ou de cinabre, mais des leucocytes qui les ont englobés, le chemin pris par ces derniers n'enseignera absolument rien sur les courants liquides partis de la chambre antérieure.

Knies, dans deux mémoires successifs (*Arch. de Virchow*, vol. LXII et LXV) emploie une méthode toute différente. Il injecte dans le vitré d'un lapin vivant 1 à 2 gouttes d'une solution de ferrocyanure de potassium, tue l'animal au bout de quelques heures et durcit les yeux dans une solution alcoolique de perchlorure de fer. La méthode consiste ensuite à rechercher dans quelle partie de l'œil il s'est formé du bleu de Prusse par la combinaison des deux sels et à en tirer des conclusions sur les voies d'élimination du ferrocyanure.

Knies a ainsi trouvé un certain nombre de zones colorées dans le vitré, la cornée, la coloration siégeant dans l'épaisseur même des tissus. Il en a conclu que, d'une

façon générale, les substances intercellulaires sont les voies suivies par les liquides nourriciers. Rien dans son travail qui indique quelque chose sur la filtration de l'humeur aqueuse à travers des voies préformées : il a trouvé en effet une coloration diffuse de la région de l'angle irien.

Nous ne voyons pas du tout qu'il faille de là, conclure que telle est, en effet, la voie d'élimination de l'humeur aqueuse. Leber a depuis longtemps démontré que celle-ci ne traverse pas la cornée. En sa qualité de liquide excrémentitiel quelque peu toxique (d'après M. Ranvier elle arrête les mouvements amiboïdes des leucocytes), il est plus probable qu'elle suit des voies d'excrétion limitées, canaliculées.

Un autre important travail de Knies paraît en 1878 ; il est fait par les mêmes méthodes et le conduit à des résultats sans doute intéressants, mais qui ne sont pas plus utilisables au point de vue de la question du canal de Schlemm que les précédents. Nous n'y insisterons donc pas.

Un travail de Deutschmann paru la même année, a pour sujet la résorption du sang épanché dans la chambre antérieure. Les conclusions sont analogues à celles du travail antérieur de Brugsch, et rien non plus qui parle pour ou contre le passage des éléments figurés à travers les mailles du tissu réticulé jusque dans le canal de Schlemm.

En 1891, Staderini donne un travail très étudié sur cette même question de la résorption des éléments figurés injectés dans l'humeur aqueuse. Après un chapitre

d'historique dans lequel il nous apprend que Calori (de Bologne), en 1874, croyait avoir démontré par des injections de substances pulvérulentes dans la chambre antérieure, qu'il existait des communications ouvertes entre celle-ci et les vaisseaux sanguins, tandis que Brugsch et Morf, à la suite d'expériences analogues rejettent ces communications, il passe à la relation de ses propres expériences. C'est encore de l'encre et du cinabre qu'il a injectés, mais en observant les règles de l'antisepsie.

Ses conclusions sont, que c'est dans l'espace de Fontana que se trouvent les dispositions anatomiques et les conditions physiques qui permettent l'issue par filtration de l'humeur aqueuse dans les veines du bord scléral. Rien ne prouve une communication ouverte entre la chambre antérieure et le système sanguin.

---

## CHAPITRE IV

### Histologie des systèmes trabéculaires de l'angle irien.

Un résumé des opinions successives des anciens auteurs sur la nature des fibres constituant le système trabéculaire se trouve dans l'édition française (1856) de Kölliker. Lui-même les distingue des fibres conjonctives par leur rigidité, leur insolubilité dans l'eau bouillante.

Henle (1866) considère les plaques perforées du réticulum scléro-cornéen comme de nature élastique et les compare à la membrane interne des artères.

Haase (1868) considère les trabécules de ce même tissu comme des fibres conjonctives spécialement modifiées.

Schwalbe (1870) paraît, à l'exemple de Henle, faire des plaques perforées un tissu de nature élastique.

Boll (1871) rattache ces trabécules à une classe où il fait rentrer : le tissu des tendons, celui du nodule cartilagineux du tendon d'Achille de la grenouille, les faisceaux isolés du tissu sous-arachnoïdien, la membrane propre des glandes acineuses. Accessoirement il fait remarquer qu'il ne peut avec Schwalbe considérer ce tissu comme formant réellement la paroi interne du canal de Schlemm.

Waldeyer, en 1874, parle le premier de gaines que fournit la membrane de Descemet aux prolongements iriens.

En 1875, Ciaccio, que nous citons d'après M. Ranvier, dit que les travées du réticulum de l'angle irien sont formées de deux parties dont l'interne se continue avec la substance propre de la cornée, l'externe seule provenant de la membrane de Descemet.

Briggs, en 1879, s'occupe spécialement de la terminaison cornéenne des prolongements iriens pigmentés qui chez le lapin constituent le ligament pectiné. Il précise le fait déjà indiqué par Waldeyer que la pointe du prolongement irien ne se fusionne pas avec la membrane vitreuse, comme l'on paraissait l'admettre jusqu'ici, mais qu'elle la traverse pour se perdre dans la cornée. Mais au point où elle perfore la membrane de Descemet elle en reçoit une gaine qui remonte plus ou moins haut du côté de l'iris. Il donne de ce fait une figure un peu schématique mais exacte, ainsi que nous l'avons vérifié.

La même année, Königstein signale le même fait chez le bœuf et le cheval.

En 1881 paraissent les leçons sur la cornée de M. Ranvier. Sur l'œil du vieillard, il décrit et figure les fibres du système trabéculaire scléro-cornéen comme formées d'un axe central vaguement fibrillaire, d'une écorce épaisse, enfin d'un revêtement endothélial.

M. Ranvier, eu égard à l'épaississement simultané dans la vieillesse de la membrane de Descemet et de l'écorce des trabécules, considère la seconde comme étant un prolongement de la première.

Invoquant alors la constitution des prolongements iriens du lapin par une gaine anhiste entourant un axe

conjonctif, il montre que l'on peut assimiler chaque trabécule à une cornée complète.

Straub, en 1887, signale un détail histologique très curieux. Sur la partie périphérique de la membrane de Descemet de l'homme il a reconnu au microscope à polarisation une raie brillante située au point de clivage de la membrane en lames superposées. Cette raie brillante est constituée par un faisceau conjonctif aplati et moniliforme d'environ 60 μ de large. Or, en ce même point on trouve chez les animaux un faisceau conjonctif qui fait partie du ligament pectiné. Straub considère en conséquence le faisceau qu'il a découvert chez l'homme comme un reste du ligament pectiné des animaux. Mais il se trompe quand il croit expliquer l'absence du ligament pectiné chez l'homme en admettant que l'iris de ce dernier est inséré plus loin en arrière que celui du cheval ou du bœuf et que l'analogue de l'angle irien humain correspond chez ces animaux au point de division en lames fenêtrées de la membrane de Descemet. En réalité, comme il est facile de le démontrer, c'est en apparence seulement que la limite de la chambre antérieure de l'homme n'est pas homologue de celle des quadrupèdes.

CHAPITRE V

## Développement des systèmes trabéculaires. — Historique.

L'excellent ouvrage de Kessler (1874) sur, le développement de l'œil chez les vertébrés, ne renferme que très peu de renseignements sur la question. Il faut en arriver au travail d'Angelucci (1881) pour trouver une étude spéciale de la région qui nous occupe.

« Chez le poulet la chambre antérieure forme tout d'abord une fente qui n'est bien manifeste qu'à sa périphérie..... Les cellules qui sont situées entre l'iris, le muscle ciliaire et les procès ciliaires..... se trouvent dissociées par suite du développement que prend la chambre antérieure vers sa périphérie. Cet amas cellulaire représente l'origine du système trabéculaire qui remplit l'espace de Fontana. »

Les figures d'Angelucci sont assez exactes, bien que légèrement schématisées. Dans sa figure de l'angle irien chez le fœtus de 4 mois il représente la région du muscle ciliaire remplie par un amas de cellules qui ne diffèrent pas de celles formant la trame de l'iris embryonnaire. Le muscle à cette époque, d'après lui, ne serait donc pas différencié. On a vu que nous ne sommes pas du même avis.

Dans la figure qui se rapporte au fœtus de 6 mois le muscle ciliaire est distinct ; la limite de la chambre antérieure correspond bien à ce que nous avons nous-même vu et figuré. Mais Angelucci représente le système trabéculaire cilio-scléral comme formé par un tissu compact et ne se distinguant pas du système scléro-cornéen encore rudimentaire.

Or, nous avons vu et figuré (fig. III) qu'il n'en est pas ainsi, que le système du ligament pectiné est un réseau assez lâche interposé au corps ciliaire et à la sclérotique, tandis que le système trabéculaire scléro-cornéen, fait absolument partie du tissu de la sclérotique dont il représente seulement une bandelette quelque peu dissociée. On se rappelle que ces données embryologiques nous ont paru être l'argument le plus fort que l'on put donner d'une part pour établir la dualité des systèmes réticulés de l'angle irien, d'autre part pour démontrer l'existence chez le fœtus humain du ligament pectiné destiné à disparaître plus ou moins complètement chez l'adulte.

## BIBLIOGRAPHIE


1716. **Hovius**. — *Tractatus de circulari humorum motu in oculis.*

1775. **Supellen**. — Anatom. B. S. Albini.

1781. **F. Fontana**. — *Sur les poisons et sur le corps animal*, t. II, p. 267.

1804. **Kieser**. — *Comment. physiol. de anamorphosi oculi.*

1828. **Treviranus**. — *Contributions à l'anatomie et à la physiologie des organes des sens chez l'homme et les animaux.*

1829. **Lauth**. — *Manuel de l'anatomiste.*

1830. **Schlemm**. — In *Manuel de chirurgie de Rust.*, vol. III, p. 633.

1832. **Fr. Arnold**. — *Recherches anatom. et physiol. sur l'œil*, p. 10 et suiv.

1834. **Retzius**. — Sur le cercle veineux de l'œil. *Arch. de Müller*, 1884, p. 292,

1837. **Krohn**. — Structure et mouvements de l'iris des oiseaux. In *Arch. de Müller.*

1841. **Hueck**. — *Les mouvements du cristallin.*

1847. **Brücke**. — *Description anatomique du globe de l'œil chez l'homme.*

1849. **Bowman**. — *Lectures...*

1852. **Alb. von Græfe**. — Lettre à Desmarres citée dans la 2e édition du Traité de ce dernier.

1856. **Kölliker**. — *Histologie*, 2e édition.

**Ch. Rouget**. — *Comptes rendus de la Société de Biologie.*

1861. **Halbertsma**. — Contribution à l'étude du canal de Schlemm. *Versl. en mededeel d. Kon. Akad. v. Wetensc. afd.* Nat. K. II.

1865. **Th. Leber**. — *Recherches sur les vaisseaux sanguins de l'œil humain.* Vienne.

— Recherches sur le trajet et les anastomoses des vaisseaux sanguins de l'œil humain. *Arch. f. Ophtalm.*, vol. XI.

**G. Meyer**. — Structure du cercle ciliaire chez l'homme et les mammifères. *Arch. de Virchow*, XXXIV.

1866. **Henle**. — *Anatomie*, 1re édition.
1867. **Pelechin**. — Sur le canal de Fontana ou de Schlemm. *Arch. f. Ophtalm.*, vol. XIII.
1868. **Haase**. — Anat. de l'œil humain. *Arch. f. Ophtalm.*, vol. XIV.
**Flemming**. — Muscle ciliaire des animaux domestiques. *Arch. f. mikrosk. Anat.*, vol. IV.
1869. **Iwanoff et Rollet**. — Recherches sur l'anneau ciliaire et les attaches de l'iris. *Arch. f. Ophtalm.*, vol. XV.
1870. **Schwalbe**. — Recherches sur les voies lymphatiques de l'œil et leur limitation. *Arch. f. mikr. Anat.*, vol. VI.
**Th. Leber**. — In *Histologie* du Manuel de Stricker, p. 1058, 1060.
1871. **E. Riesenfeld**. — *Sur la transsudation à travers la cornée et sur la résorption dans la chambre antérieure*. Diss. inaug. Berlin.
1872. **Sappey**. — *Anatomie*, 2e édition.
1873. **Th. Leber**. — Étude sur les mouvements des liquides dans l'œil. *Arch. f. Ophtalm.*, vol. XIX.
**Henle**. — *Anatomie*, 2e édition.
1874. **Calberla**. — Contribution à l'étude des voies de résorption de l'humeur aqueuse. *Arch. de physiol. de Pflüger*, t. IX.
**Waldeyer**. — Art. Cornée et Sclérotique, in *Græfe-Sæmisch*, vol. I.
1875. **Ciaccio**. — Obs. sur la membrane de Descemet et son endothélium. *Mém. de l'Acad. de Bologne*, sér. III, t. V.
**Knies**. — Résorp. du sang contenu dans la chambre antérieure. *Arch. de Virchow*, vol. LXII.
Contributions à l'étude des courants liquides dans l'œil vivant et principalement dans ses tissus. *Arch. de Virchow*, vol. LXV.
1876. **Th. Leber**. — Vaisseaux sanguins de l'œil, in *Græfe-Sæmisch*, vol. II
1877. **Brugsch**. — De la résorption des grains colorés injectés dans la chambre antérieure. *Arch. f. Ophtalm.*, vol. XXIII.
1878. **Knies**. — De la nutrition de l'œil et des voies d'excrétion des liquides intraoculaires. *Arch. f. Augen und Ohrenheilkunde*, vol. VII.
**Deutschmann**. — Résorption des produits pathol. de la ch. antérieure. *Arch. f. Ophtal.*, vol. XXIV, 1re partie.
1879. **Briggs**. — Note sur la signification du ligament pectiné. *Sitzungsberichte der Kaiserl. Akad. der Wissenschaft.* von Wien, IIIe partie, p. 284.

1879. **Königstein**. — Terminaisons de la membr. de Descemet. *Arch. f. Ophtal.*, vol. XXV.

1880. **Königstein**. — Du canal de Schlemm. *Arch. f. Ophtalm.*, vol. XXVI.

**Heisrath**. — Des voies d'excrétion de l'humeur aqueuse; étude spéciale des canaux de Schlemm et de Fontana. *Même vol. des Archives.*

**Th. Leber**. — Notice historique sur le cercle ou plexus veineux ciliaire. *Même vol. des Archives.*

1881. **L. Ranvier**. — *Leçons sur la cornée.*

**Angelucci**. — Développement et structure du tractus uvéal antérieur chez les vertébrés. *Arch. f. mikr. Anat.*, vol. XIX.

1885. **Fr. Merkel**. — *Manuel d'anat. topogr.*, 1885-90.

1887. **Schwalbe**. — Anatomie de l'œil du Traité d'anatomie humaine de Hoffmann et Rauber.

**Straub**. — Note sur le ligament pectiné et la terminaison de la membrane de Descemet. *Arch. f. Ophtal.*, vol. XXXIII, 3e partie.

1888. **Morf**. — *Contrib. expériment. à l'étude des voies d'excrétion de la ch. antér.* Diss. inaug. de l'univ. de Zurich.

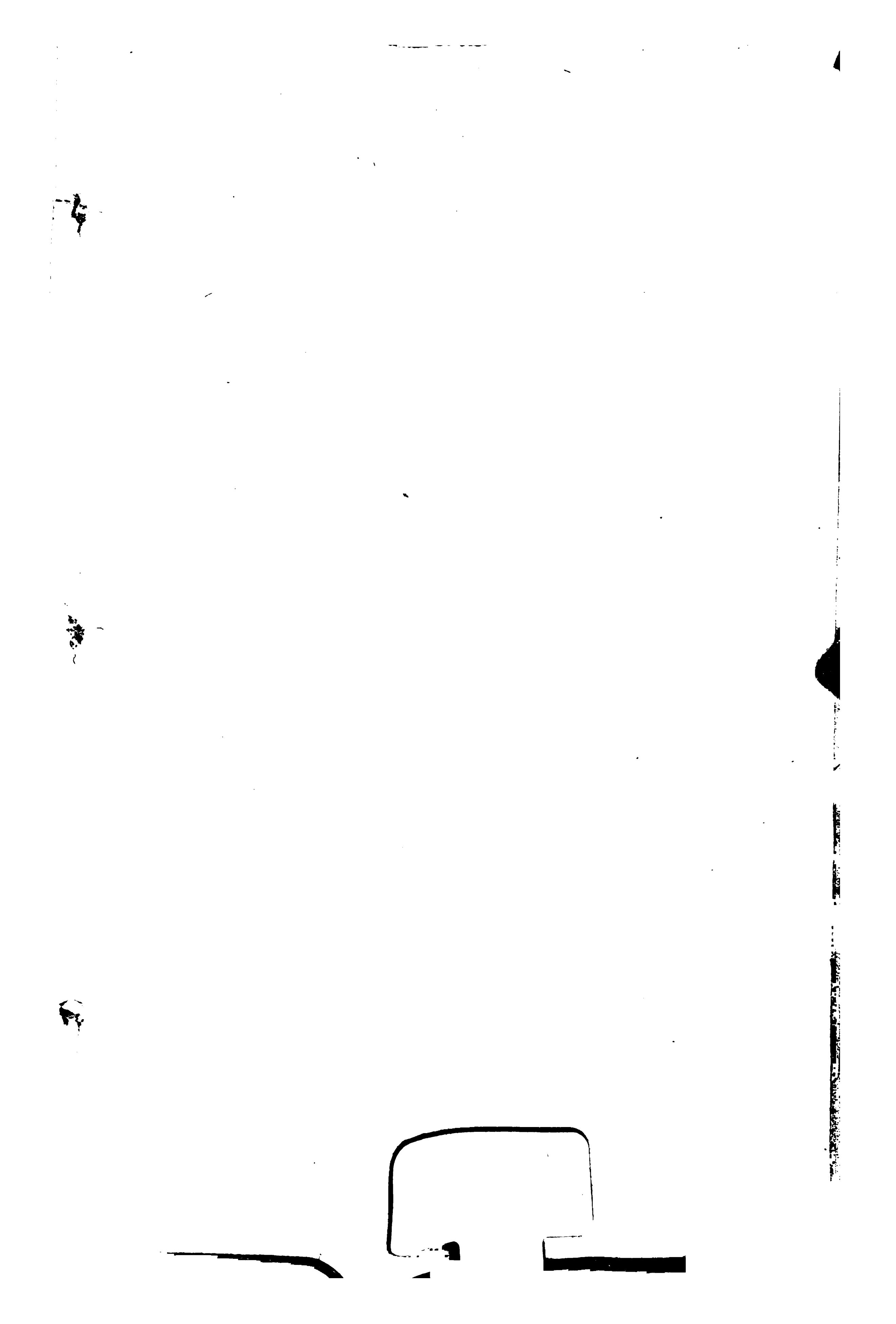
1889. **Uelrich**. — Nouvelles recherches sur les courants lymphatiques de l'œil. *Arch. f. Augenheilkunde*, vol. XX, p. 278-307.

1891. **Merian**. — Recherches sur les voies lymphatiques de l'œil. *Arch. d'anat. et physiol. de* His.

**Staderini**. — Les voies d'excrétion de l'humeur aqueuse. *Arch. f. Ophtalm.*, vol. XXXVII.

---

IMPRIMERIE LEMALE ET Cie, HAVRE



Q4 Rochon-Duvigneaud,A. 9505
R68 Recherches sur l'angle
~~1892 de la chambre antérieure~~
et le canal de Schlemm

| NAME | DATE DUE |
| --- | --- |
| Otto Barkan | MAY -3 1935 |
| Otto Barkan | SEP 13 1936 |

9575

